

*MICHELLE FERREIRA GUIMARÃES*

**ANÁLISE ACÚSTICA DA VOZ DE ADOLESCENTES  
DO SEXO MASCULINO DURANTE A PUBERDADE**

**CAMPINAS**

**2006**

**MICHELLE FERREIRA GUIMARÃES**

**ANÁLISE ACÚSTICA DA VOZ DE ADOLESCENTES  
DO SEXO MASCULINO DURANTE A PUBERDADE**

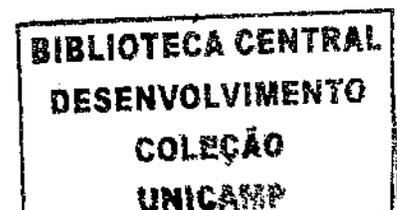
*Dissertação apresentada à Pós-Graduação da  
Faculdade de Ciências Médicas da Universidade  
Estadual de Campinas para obtenção do título de  
Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente, área  
de concentração Saúde da Criança e do Adolescente*

***Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dra. Ivone Panhoca***

**CAMPINAS**

**2006**

ii



UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	
	TI UNICAMP
	G99a
V	EX
TOMBO BCI	69822
PROC.	16.123-06
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	1,00
DATA	30-8-06

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
DA UNICAMP**

Bibliotecário: Sandra Lúcia Pereira – CRB-8ª / 6044

BIB ID. 385776

G963a

Guimarães, Michelle Ferreira

Análise acústica da voz de adolescentes do sexo masculino durante a puberdade / Michelle Ferreira Guimarães. Campinas, SP : [s.n.], 2006.

Orientador : Ivone Panhoca  
Dissertação ( Mestrado ) Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Ciências Médicas.

1. Voz. 2. Puberdade. 3. Acústica. I. Silva, Mauro Antonio Pires Dias da. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

**Título em ingles: Acoustic analysis of male adolescents' voice during  
puberty**

**Keywords: • Voice**

• Puberty

• Acoustic

**Área de concentração : Saúde da criança e do adolescente**

**Titulação: Mestrado**

**Banca examinadora: Profa. Dra. Ivone Panhoca**

**Profa. Dra. Iara Bittante de Oliveira**

**Profa. Dra. Maria de Lurdes Zanolli**

**Data da defesa: 24/02/2006**

---

**Banca Examinadora da Dissertação de Mestrado**

---

**Michelle Ferreira Guimarães**

---

**Orientador:**

**Profa. Dra. Ivone Panhoca**

---

**Membros:**

**1. Prof(a). Dr(a). Maria de Lurdes Zabolli**

---

**2. Prof(a). Dr(a). Iára Bittante de Oliveira**

---

**Curso de Pós-graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.**

**Data: 24/02/2006**

---

597679002

*Dedico essa dissertação aos meus pais, pessoas do bem,  
por quem tenho imenso orgulho e admiração e  
que doam suas vidas e fazem todos os  
esforços e sacrifícios para a minha felicidade  
pessoal e profissional.*

## AGRADECIMENTOS

---

À minha orientadora Profª Dra. Ivone Panhoca, exemplo de professora e pesquisadora, pelo incentivo desde a graduação, na preparação de pesquisas científicas e por se empenhar nesse projeto com tamanha paciência e dedicação.

À Dra. Silvia Arruda por renunciar muitas vezes aos seus compromissos para contribuir com essa pesquisa. Serei eternamente grata.

À Fga. Profª Dra. Lúcia Figueiredo Mourão pelas imensas contribuições para o entendimento e desenvolvimento desse estudo.

Ao estatístico Euro de Barros Couto Junior por ter feito a análise estatística desse estudo.

Aos estudantes e funcionários da Escola Profª Eunice Virginia Ramos Navero de Campinas pela confiança e contribuição para a realização desse trabalho.

À Simone Ferreira, secretária da Pós-Graduação em Pediatria, pelas inúmeras ajudas e salvações nos momentos de maiores sufocos.

Aos meus pais, Paulo e Vera Lúcia, grandes entusiastas e incentivadores desse estudo, por renunciarem aos próprios sonhos para a realização dos meus.

Ao meu irmão, Junior, grande pessoa e profissional dedicado, pelos seus ensinamentos e contribuições, para esse estudo e para a minha vida.

Ao meu querido, José Ricardo, pelo companheirismo, serenidade e amor.

Aos meus queridos avós paternos, Antonio (*in memorian*) e Dalva (*in memorian*), e à minha tia avó Ruth (*in memorian*), pessoas especialmente importantes, que me deram lições de amor, sabedoria e paz. Não há palavras que descrevam meu imenso amor por vocês.

À minha avó materna, Iaci, exemplo de integridade e ética, por compartilhar com extrema devoção a todos os momentos da minha vida e ao meu avô Joaquim (*in memoriam*), pessoa por quem tenho extrema admiração, mas que por razões da vida não pôde participar desse momento.

À minha querida madrinha, Vera Maria, pela forte amizade, companheirismo e amor. Por estar presente em todos os meus momentos, incentivando e acreditando no meu potencial.

À querida amiga e fonoaudióloga Keila Flávia Miranda, pela amizade fiel e contribuições valiosas para a minha vida pessoal e profissional, assim como para o desenvolvimento desse estudo.

À amiga e meu grande exemplo de profissional, Lica Arakawa-Sugueno, pelo incentivo constante e imenso carinho. Conhecer você, ser sua aluna, amiga e companheira de profissão é um imenso privilégio.

Às amigas de infância Cristiane Barros Carvalho da Silva, Milena Dias Moisés, Luciana do Prado Coelho e minha prima Amanda Guimarães Torres, pela dádiva da nossa verdadeira amizade.

A todos os meus queridos familiares e grandes amigos, que transbordam a minha vida de felicidade com suas presenças.

*“Give some love to everyone that you meet,  
don’t you worry... and it could be so sweet.  
Just look to the rainbow,  
you will see, sun will shine 'till the eternity,  
I've got so much love in my heart,  
no one can tear it apart..”*

**(Bob Sinclair)**

---

	<i>Pág.</i>
<b>RESUMO</b> .....	<i>xiii</i>
<b>ABSTRACT</b> .....	<i>xv</i>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>A- A laringe</b> .....	18
<b>B- Cartilagens e musculatura laríngeas</b> .....	22
<b>C- Estrutura anatômica das PPVV</b> .....	27
<b>D- Adolescência e voz</b> .....	30
<b>E- Desenvolvimento puberal</b> .....	35
<b>F- Avaliação vocal</b> .....	36
<b>G- A Clínica fonoaudiológica e a voz do adolescente</b> .....	38
<b>OBJETIVOS</b> .....	40
<b>A- Objetivo geral</b> .....	41
<b>B- Objetivos específicos</b> .....	41
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	42
<b>A- Dados dos sujeitos</b> .....	43
<b>B- Procedimentos da coleta dos dados</b> .....	43
<b>C- Procedimentos da análise dos dados</b> .....	45
<b>D- Aspectos éticos</b> .....	46
<b>RESULTADOS</b> .....	47
<b>DISCUSSÃO</b> .....	66
<b>CONCLUSÃO</b> .....	72
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	74
<b>ANEXOS</b> .....	79

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

<b>cm</b>	centímetro
<b>dB</b>	decibéis
<b>dp</b>	desvio padrão
<b>F0</b>	freqüência fundamental
<b>G</b>	grau do desenvolvimento dos genitais
<b>GNE</b>	<i>glottal noise excitation</i>
<b>Hz</b>	Hertz
<b>Irregularidade_c</b>	variável categórica de irregularidade
<b>Jitter_c</b>	variável categórica de <i>jitter</i>
<b>mm</b>	milímetro
<b>P</b>	grau do desenvolvimento dos pêlos pubianos
<b>p</b>	probabilidade
<b>pág.</b>	página
<b>PPVV</b>	pregas vocais
<b>Shimmer_c</b>	variável categórica de <i>shimmer</i>
<b>/ɛ/</b>	vogal /é/

	<i>Pág.</i>
<b>Tabela 1</b> Valores dos parâmetros acústicos durante emissão da vogal /e/ sustentada.....	49
<b>Tabela 2</b> Valores dos parâmetros acústicos durante fala encadeada.....	51
<b>Tabela 3</b> Resumo de correlações entre as variáveis categóricas.....	51
<b>Tabela 4</b> Resumo das correlações entre as variáveis escalares durante emissão da vogal /e/ sustentada e fala encadeada.....	53
<b>Tabela 5</b> Correlação entre as variáveis dos parâmetros vocais e a idade dos adolescentes.....	56
<b>Tabela 6</b> Número de adolescentes classificados em cada grupo de G.....	57
<b>Tabela 7</b> Número de adolescentes classificados em cada grupo de P.....	57
<b>Tabela 8</b> Correlação entre G e P.....	57
<b>Tabela 9</b> Correlação entre G e a idade dos adolescentes.....	58
<b>Tabela 10</b> Correlação entre G e parâmetros vocais acústicos.....	59
<b>Tabela 11</b> Comparação entre os 5 grupos de G e F0 da vogal /e/ sustentada.....	60
<b>Tabela 12</b> Comparação entre os 5 grupos de G e <i>Jitter</i> .....	60
<b>Tabela 13</b> Comparação entre os 5 grupos de G e <i>Shimmer</i> .....	61
<b>Tabela 14</b> Comparação entre os 5 grupos de G e Irregularidade.....	61
<b>Tabela 15</b> Comparação entre os 5 grupos de G e GNE.....	62
<b>Tabela 16</b> Comparação entre os 5 grupos de G e Ruído.....	62
<b>Tabela 17</b> Comparação entre os 5 grupos de G e Semitons.....	63
<b>Tabela 18</b> Comparação entre os 5 grupos de G e F0 da fala encadeada.....	63
<b>Tabela 19</b> Comparação entre os 5 grupos de G e Intensidade média.....	64
<b>Tabela 20</b> Comparação entre os 5 grupos de G e Variabilidade da F0.....	64
<b>Tabela 21</b> Comparação entre os 5 grupos de G e Idade.....	65

**LISTA DE QUADROS**

---

	<i>Pág.</i>
<b>Quadro 1</b> Classificação dos estágios de Tanner.....	45

	<i>Pág.</i>
<b>Figura 1</b> Trato vocal.....	19
<b>Figura 2</b> Imagem da laringe no pescoço indicando a saída de ar.....	20
<b>Figura 3</b> Cartilagens laringeas.....	23
<b>Figura 4</b> Músculos da laringe, visão posterior.....	24
<b>Figura 5</b> Músculos da laringe, visão lateral com retirada da lâmina direita da cartilagem tireóidea.....	25
<b>Figura 6</b> Músculos da laringe, visão superior.....	25
<b>Figura 7</b> Músculos laringeos extrínsecos supra-hiódeos.....	26
<b>Figura 8</b> Músculos laringeos extrínsecos infra-hiódeos e músculo esternocleidomastóideo.....	27
<b>Figura 9</b> Camadas das pregas vocais.....	29
<b>Figura 10</b> Pregas vocais em abdução durante inspiração.....	30
<b>Figura 11</b> Pregas vocais em adução durante fonação.....	30
<b>Figura 12</b> Figura do programa Voz Metria® mostrando análise da F0 durante fala encadeada de um dos adolescentes que apresentaram F0 > 500 Hz durante emissão da vogal /e/ sustentada.....	50

***RESUMO***

A voz e a habilidade vocal são diferentes em cada indivíduo. Devido aos escassos estudos sobre a qualidade vocal de adolescentes durante a puberdade, o presente estudo tem como objetivo identificar os seguintes parâmetros da análise acústica da voz: frequência fundamental, seus índices de perturbação a curto prazo (*jitter* e *shimmer*), proporção GNE (*glottal noise excitation*), ruído, semitons e intensidade; correlacioná-los entre e si e também com o grau do desenvolvimento puberal de adolescentes do sexo masculino.

**Métodos:** Foram sujeitos desse estudo 46 adolescentes do sexo masculino, com idade entre 13 e 15 anos, estudantes de uma escola estadual de Campinas, onde foi feita a coleta dos dados. Os adolescentes foram submetidos à gravação da voz, em gravador digital. Solicitou-se emissão sustentada da vogal /ε/ e fala encadeada: contagem de 1 a 10, emissão dos meses do ano e leitura de um trecho pré-estabelecido. Em seguida foram avaliados por uma médica pediátrica para caracterização do grau do desenvolvimento puberal de acordo com os estágios descritos por Tanner (G1 a G5). A análise vocal foi realizada com o programa acústico Voz Metria®.

**Resultados:** A maioria dos adolescentes está entre G3 e G4, a frequência fundamental média é de 261,5Hz e todos apresentaram frequência fundamental acima de 200Hz. *Jitter* manteve-se com média de 0,26% (dentro dos padrões de normalidade). *Shimmer* mostrou-se alterado em 38 dos 46 indivíduos, apresentando média de 8,41%, considerado acima do limite de normalidade. A proporção GNE e ruído estão dentro dos limites de normalidade para todos os adolescentes, porém todos apresentaram quantidade de semitons acima do esperado. A frequência fundamental é mais aguda em G4 e G5 ( $p=0,003$ ), *shimmer* é alterado em frequências mais agudas ( $p=0,008$ ).

**Conclusão:** Os adolescentes estudados possuem frequência fundamental de característica infantil e feminina, apesar de estarem no início do desenvolvimento puberal adulto, além disso, a maioria deles apresentou *shimmer* alterado. A maturação da voz provavelmente ocorre após a maturação do desenvolvimento puberal.

**Palavras-chave:** voz, puberdade, análise acústica.

*ABSTRACT*



Voice and voice ability are different in each person. Due to scarce studies about adolescents' voice, this study purpose to correlate voice fundamental frequency and its quotients of perturbation at short term (jitter and shimmer), GNE (glottal noise excitation) values, half-tone, present noise, intensity and the degree of puberty development in male teenagers.

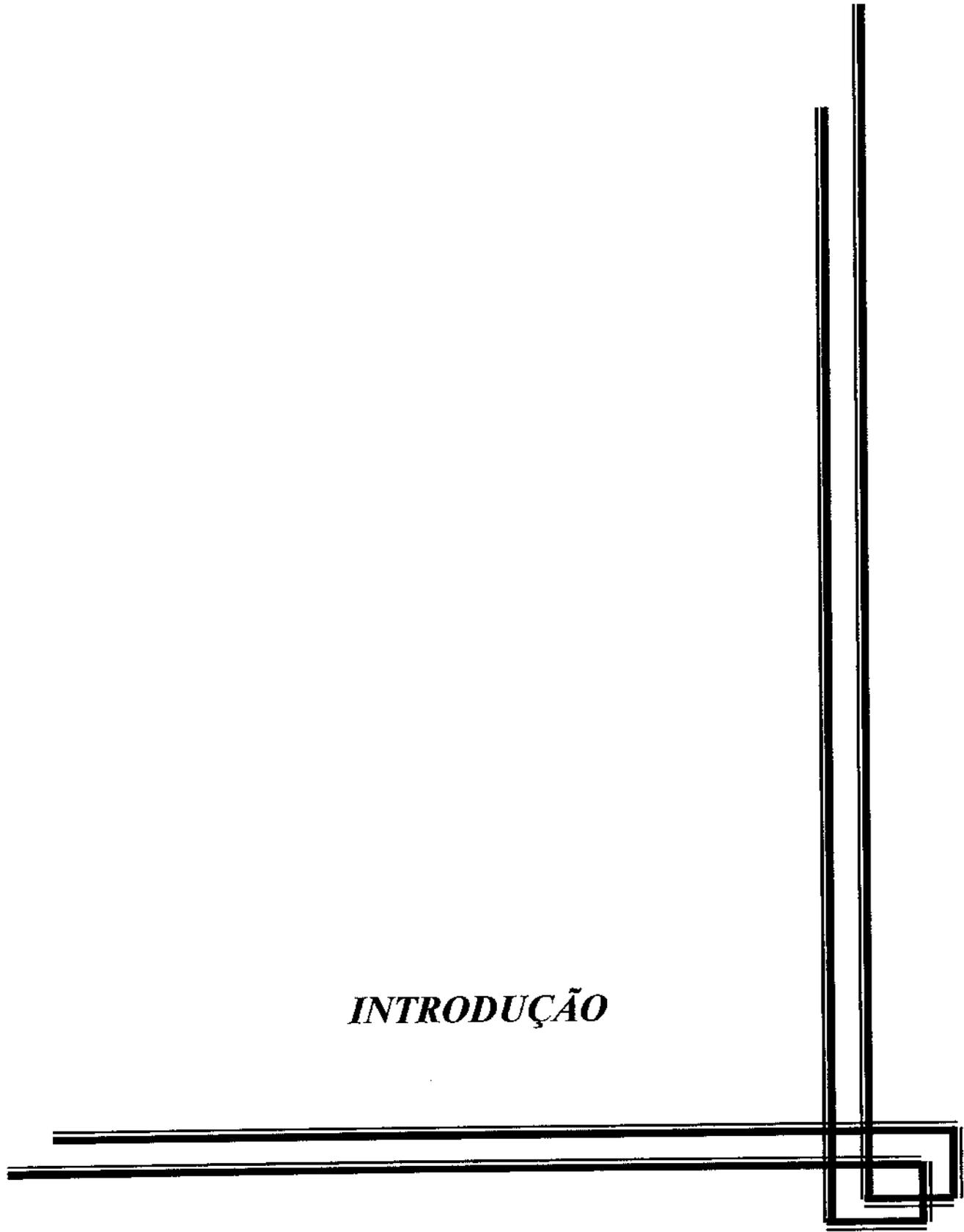
**Methods:** It is a transversal study with 46 boys, with age varying from 13 to 15 years, students from a public school in Campinas (Brazil), where the study was performed. The adolescent's voices were recorded in digital recorder and the speech samples consisted of the vowel /é/ in sustained phonation, counting (from 1 to 10), saying the months of the year and reading. Afterwards, the pediatrician evaluated and characterized the puberty development according to the Tanner stages. The vocal analysis was made in Vox Metria® acoustic programmer.

**Results:** Most of the boys were in G3 and G4 Tanner stages, the mean of fundamental frequency was 261.5Hz and all the adolescents had  $F_0 > 200\text{Hz}$ . The mean of jitter was 0.26%, showing it was at normality standard. Shimmer was increased in 38 of 46 boys, which mean was 8.41%. The values of GNE and noise were in the normality limit; nevertheless the half-tones were above the standard. The fundamental frequency was high-pitched in boys with G4 e G5 ( $p=0,003$ ) and shimmer was increased in high-pitched ( $p=0,008$ ).

**Conclusion:** These boys have fundamental frequency with childish and feminine characteristics although they are in the beginning of adult genitals development, most of they have alteration in *shimmer* values. Voice maturation probably occurs after pubertal maturation.

**Key-words:** voice, puberty, acoustic analysis.

*INTRODUÇÃO*



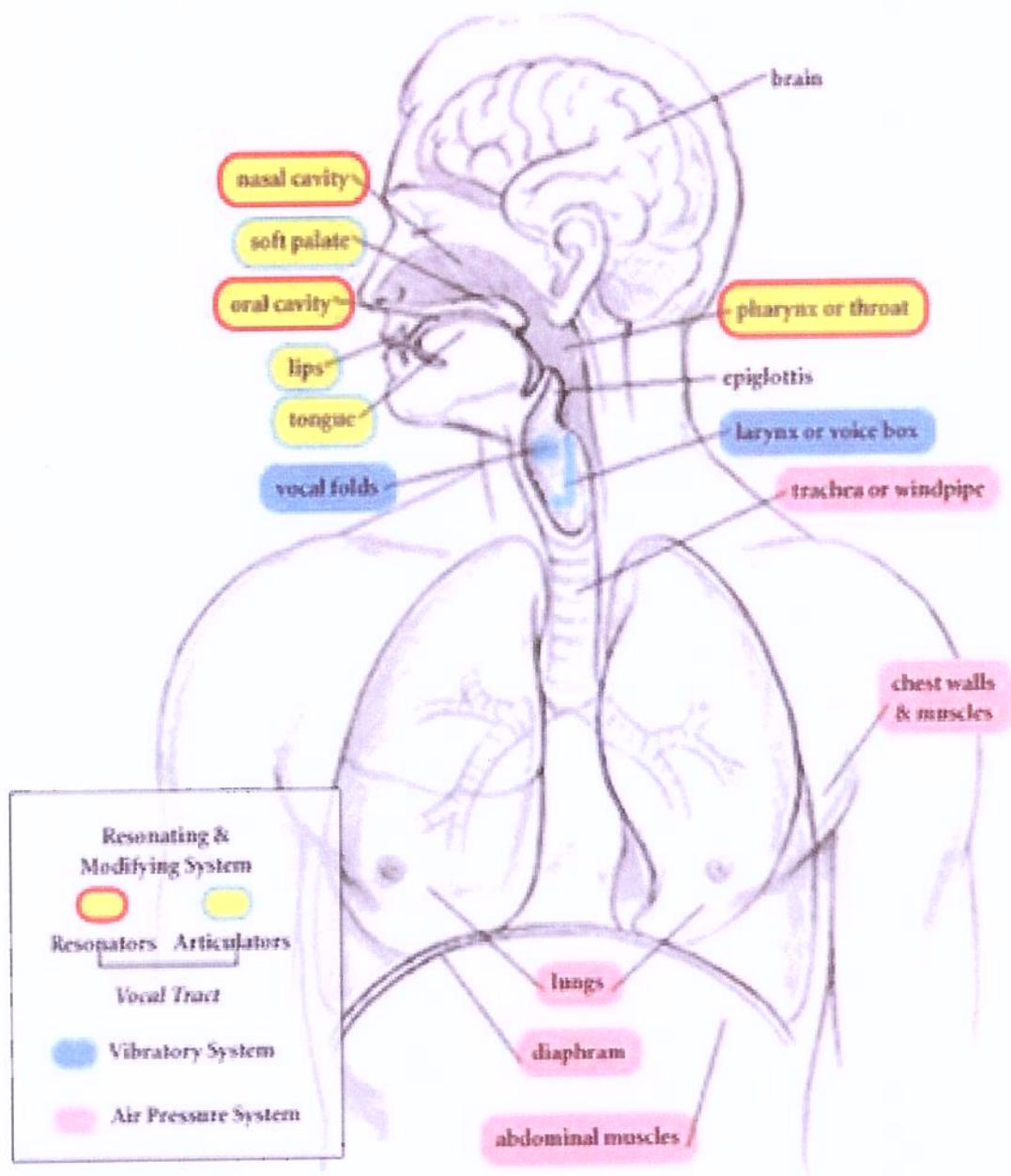
A voz humana é um dos principais instrumentos da comunicação, é produzida por meio de mecanismos complexos e pela interação entre os sistemas nervoso central, respiratório e fonador. A voz é o som produzido pelas pregas vocais, que se situam na laringe, órgão pertencente ao sistema respiratório (Andrade et al., 2002; Aronson, 1990; Stemple e Glaze, 1996; Sataloff et al., 1997).

A produção da voz ocorre quando o ar expirado passa pelas pregas vocais, vibrando-as e gerando um som. Esse som é modulado e modificado pelas cavidades de ressonância (trato vocal), que são as cavidades nasal e oral, língua, lábios, bochechas, palato duro, úvula e dentes (Fig. 01).

#### **A- A laringe**

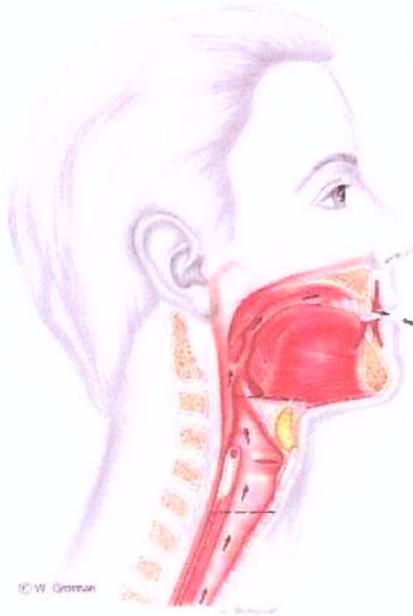
A laringe (Fig.02) começa a se desenvolver na terceira semana de vida intra-uterina. Conceitualmente é um arcabouço esqueleto membranoso e tem como principais funções:

- 1- Função respiratória: a abertura da laringe garante a entrada e saída do ar.
- 2- Função deglutitória: o fechamento da laringe é essencial para que não ocorra entrada de alimentos para traquéia e/ou para os pulmões.
- 3- Função fonatória: é uma função neurofisiológica inata, porém a voz se forma e se transforma ao longo da vida devido às características anatomofuncionais.



**Figura 1-** Trato vocal.

(Fonte: The Voice Problem Website. Coordenação de: Jamie Koufman e Robert Sataloff. Disponível em: <http://www.voiceproblem.org/glossary/images>>. Acesso em 21 de nov. de 2005)



**Figura 2-** Imagem da laringe no pescoço, indicando a saída do ar.

(Fonte: Voice Rehabilitation After total Laryngectomy. Coordenação de Wilco Grolman. Disponível em <http://origin8.nl/medical/larynx.htm>. Acesso em: 11 de nov. de 2005).

Após o nascimento, além do crescimento do trato vocal, ocorrerá uma série de modificações nas configurações das estruturas laríngeas, de forma que a estrutura vocal do bebê não corresponde a uma miniatura da estrutura do adulto, diferindo tanto na forma como nas relações com as outras partes do corpo (Behlau et al., 2001a).

Ao nascimento a laringe apresenta-se muito alta e o trato vocal, de característica curta e em formato de funil, assegura as funções de respiração, deglutição e proteção das vias aéreas, porém ainda é imaturo para a fonação (Behlau et al., 2001a).

Quanto à forma, a laringe na infância é de configuração cônica, enquanto no adulto observa-se estreitamento da região glótica e uma infraglotte ainda mais ampla. As cartilagens, na infância, são delicadas e possuem ligamentos frouxos; os tecidos epiteliais são abundantes e mais vascularizados. A cartilagem tireóidea é contígua ao osso hióide, de forma arredondada e ângulo aproximado de 110 graus no sexo masculino e 120 graus no sexo feminino e somente na adolescência haverá a definição da linha média anterior e a redução do ângulo para 90 graus nos meninos e 110 graus nas meninas.

A cartilagem cricóidea, de forma circular, aos poucos se torna oval nos homens, continuando, porém, mais circular nas mulheres (Behlau et al., 2001a).

A parte membranosa das pregas vocais chega à fase adulta com uma variação de 11,5 a 16 milímetros (mm), no homem, e de 8 a 11,5 mm na mulher. A porção cartilaginosa, por sua vez, tem um crescimento menor e apresenta uma variação de 5,5 a 7 mm no homem, e de 4,5 a 5,5 mm na mulher (Aronson, 1990). As cartilagens aritenóideas não aumentam de modo significativo, mas as modificações no comprimento das pregas vocais devem-se ao desenvolvimento da porção membranosa, que no adulto será o dobro da porção cartilaginosa. A consequência direta desse crescimento é uma fonte de som com maiores possibilidades de produção vocal (Behlau et al., 2001a).

As pregas vocais infantis também apresentam diferenças fisiológicas em relação às do adulto, por não mostrarem um ligamento vocal maduro (diferenciação das camadas intermediária e profunda da lâmina própria), conferindo à mucosa uma característica ainda mais gelatinosa, que não possui ligamento vocal maduro (Hirano et al. 1983).

Os valores da proporção glótica – relação das dimensões das porções cartilaginosa e membranosa – nas crianças são aproximadamente iguais, ao redor de um. Nas mulheres adultas esse valor continua se mantendo, porém nos homens esse valor está ao redor de 1:3, o que favorece o fechamento glótico completo (Pontes et al., 1994).

Todas essas características do trato vocal infantil trazem uma série de implicações fisiológicas e a constatação de que nos bebês a laringe é um órgão com funções excelentes para respiração, deglutição e proteção das vias aéreas, porém é um instrumento pobre para a fonação devido a sua dimensão vertical encurtada, reduzida capacidade de ressonância e movimentos verticais amplos e grosseiros (Behlau et al., 2001a).

Durante a adolescência ocorre o crescimento da laringe acompanhando o crescimento corporal, mais acentuado nos meninos. As pregas vocais dos meninos podem alongar-se em até 1 centímetro, enquanto nas meninas esse crescimento não chega a atingir 4 mm. Uma adaptação às novas condições anatômicas é necessária, o que se traduz em abaixamento médio da frequência fundamental em uma oitava para os meninos e de 2 a 4 semitons para as meninas (Zemlin, 1968). Essa adaptação funcional leva um período

de alguns meses a um ano. A voz torna-se levemente rouca e instável, com várias flutuações, mas tendendo aos sons graves. Os sons agudos tendem a tornarem-se menos presentes e os graves mais estáveis (Behlau et al. 2001a).

Segundo Pinho (2001), na puberdade há acentuado crescimento da laringe, principalmente nos meninos, com angulação da tireóide variando de 90 graus, nos meninos, a 120 graus nas meninas.

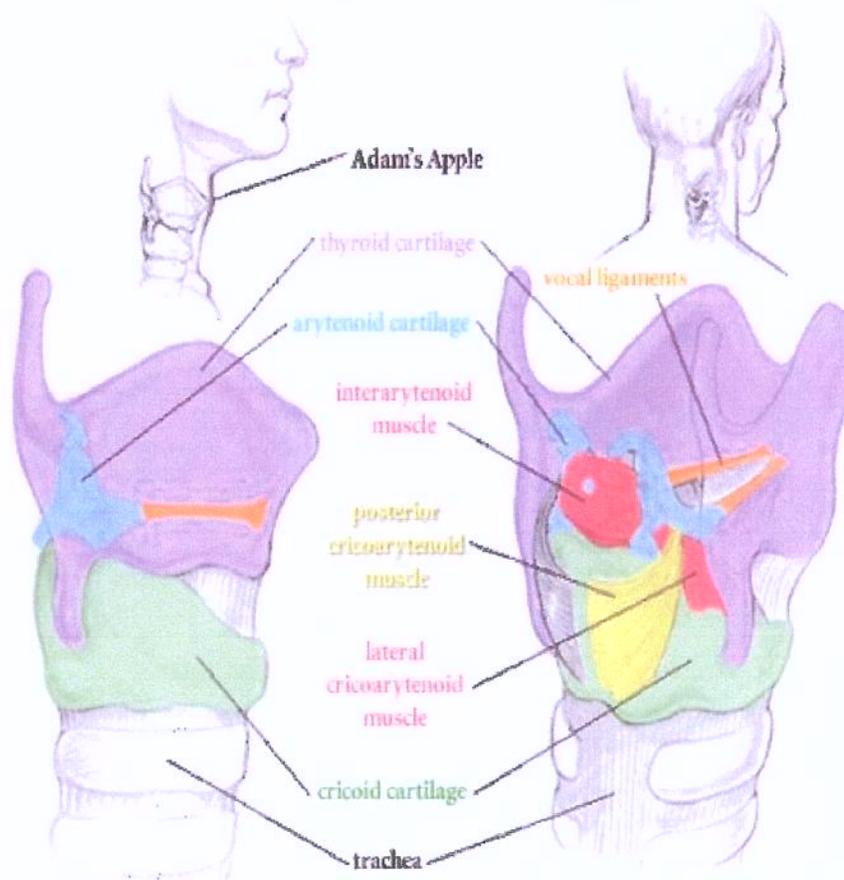
As ações dos novos níveis hormonais, associado a esse crescimento, transforma a laringe infantil em laringe adulta, com um conseqüente impacto vocal, a chamada “mutação fisiológica” ou, simplesmente, “muda vocal” (Behlau et al., 2001a).

Quanto ao aparelho fonador, ocorre um crescimento constante, mas não homogêneo da laringe, das cavidades de ressonância, da traquéia e dos pulmões. Desta forma, a muda representa um período de desequilíbrios, em que há o alongamento do pescoço, abaixamento da laringe, o tórax se alarga e há aumento não-harmônico da capacidade vital. Apesar de todas essas mudanças, a maioria dos adolescentes enfrenta esse período sem queixas (Behlau et al., 2001a).

## **B- Cartilagens e musculaturas laríngeas**

As cartilagens laríngeas (Fig. 08) são nove, sendo três ímpares, uma par principal e duas outras pares. As cartilagens ímpares são: tireóidea, cricóidea e epiglote. A cartilagem par principal é a aritenóidea, as duas outras são as acessórias, conhecidas como corniculadas e cuneiformes.

As cartilagens mais importantes são a tireóidea, cricóidea e aritenóideas, as mesmas são constituídas principalmente por fibras hialinas, mas também há presença das fibras elásticas e colágenas. Todas as cartilagens possuem tanto fibras colágenas como elásticas distribuídas ao longo das estruturas, havendo predomínio de fibras elásticas em região de grande mobilidade laríngea em suas diferentes funções, e predomínio de fibras colágenas na região de maior sustentação da cartilagem (Hirano, 1996).

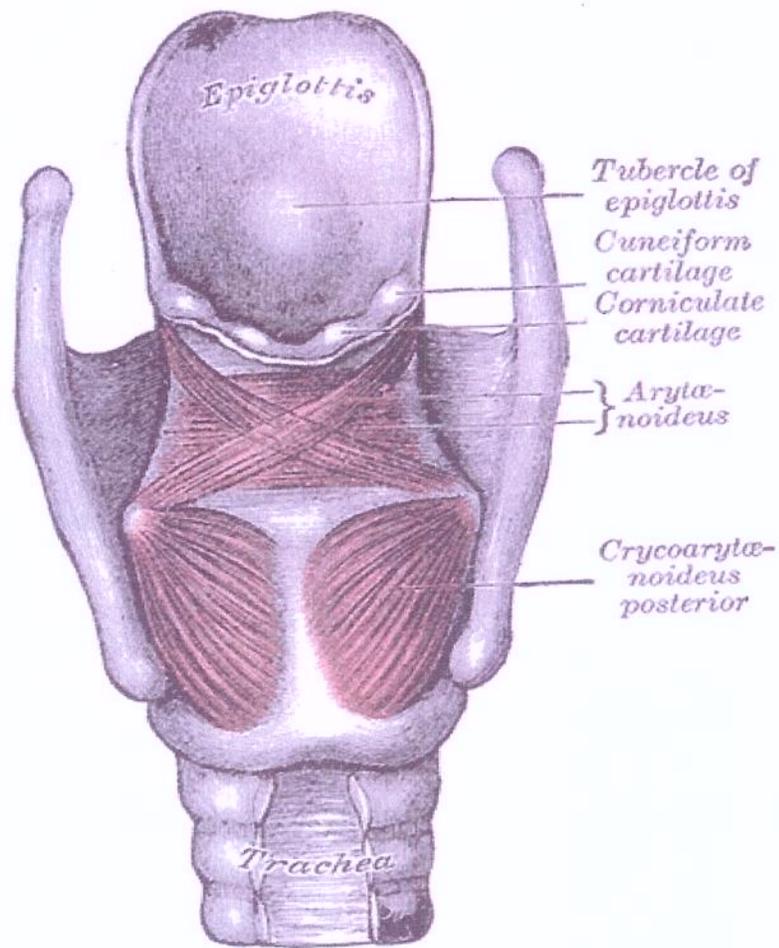


**Figura 3- Cartilagens laringeas.**

(Fonte: The Voice Problem Website. Coordenação de: Jamie Koufman e Robert Sataloff. Disponível em: <http://www.voiceproblem.org/glossary/images>. Acesso em 21 de nov. de 2005)

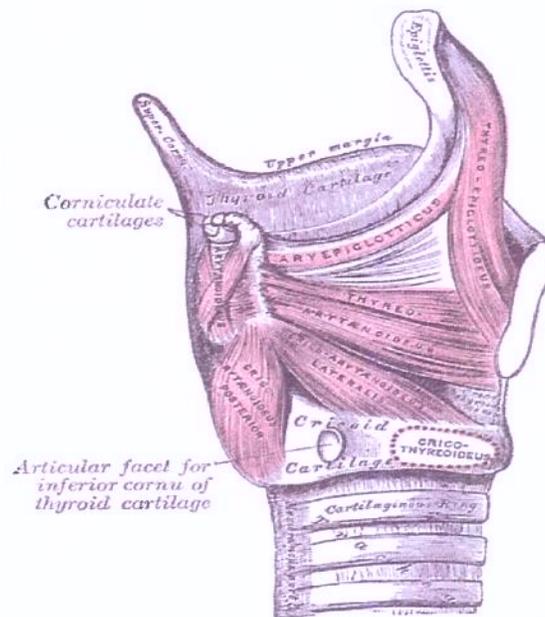
A musculatura laringea é dividida em dois grupos musculares, os músculos extrínsecos que apresentam apenas uma das inserções na laringe e os músculos intrínsecos que têm origem e inserção na laringe.

A musculatura intrínseca (Figuras 03, 04 e 05) possui relação direta com a função fonatória e é constituída por músculos esqueléticos que aproximam, afastam e tensionam as pregas vocais nas funções laringeas de respiração, proteção e fonação. Os músculos intrínsecos da laringe são: tireoaritenóideo (TA), cricoaritenóideo posterior (CAP), cricoaritenóideo lateral (CAL), aritenóideo (A), cricotireóideo (CT), ariepiglótico (AE) e tireoepiglótico (TE).



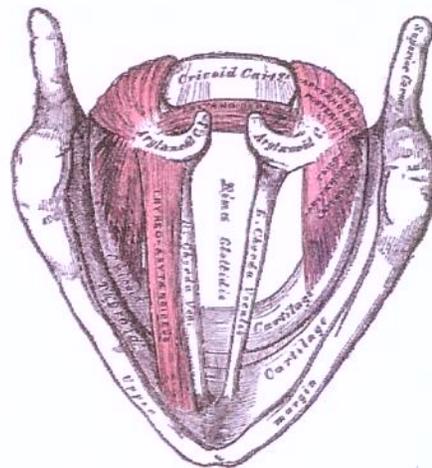
**Figura 4- Músculos da laringe, visão posterior.**

(Fonte: Gray's Anatomy of the Human Body. Coordenação de Henry Gray. Disponível em: <<http://www.education.yahoo.com/reference/gray/subjects/subject?id=236>>. Acesso em 18 de nov. de 2005).



**Figura 5-** Músculos da laringe, visão lateral com retirada da lâmina direita da cartilagem tireóidea.

(Fonte: Gray's Anatomy of the Human Body. Coordenação de Henry Gray. Disponível em: <<http://www.education.yahoo.com/reference/gray/subjects/subject?id=236>>. Acesso em 18 de nov. de 2005).

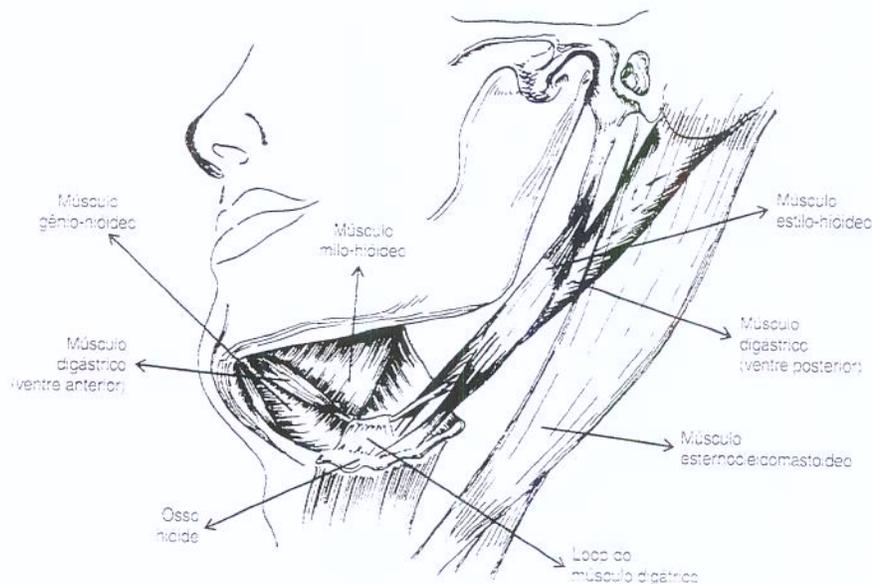


**Figura 6-** Músculos da laringe, vista superior.

(Fonte: Gray's Anatomy of the Human Body. Coordenação de Henry Gray. Disponível em: <<http://www.education.yahoo.com/reference/gray/subjects/subject?id=236>>. Acesso em 18 de nov. de 2005).

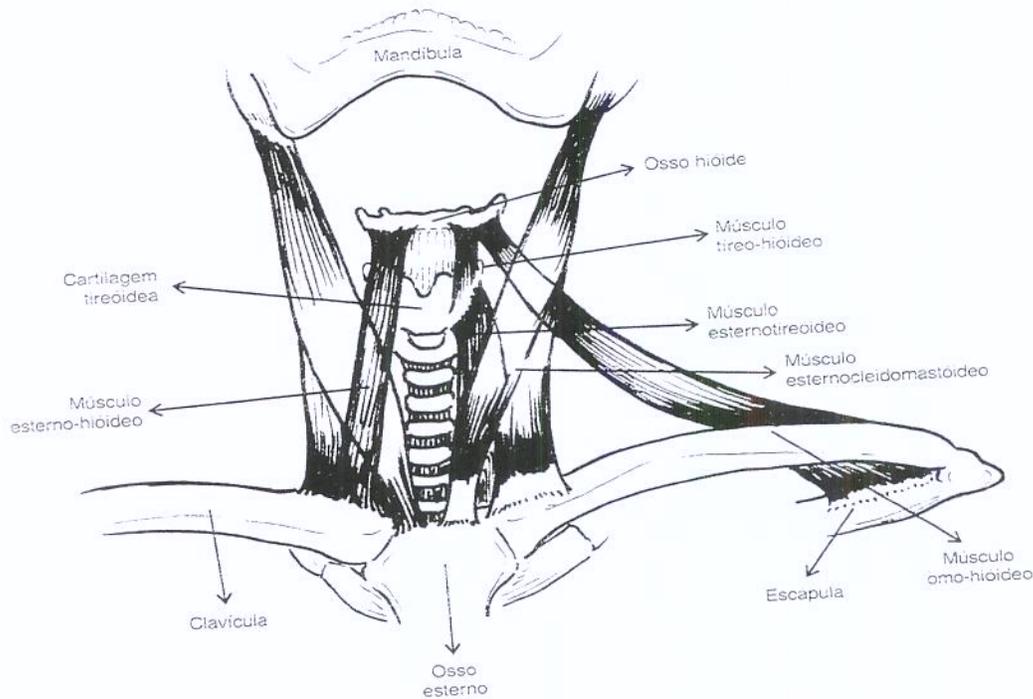
A musculatura extrínseca é composta por músculos inseridos nas cartilagens laríngeas, porém provenientes de estruturas não laríngeas. Tais músculos não interferem de forma direta na fonação, mas sua ação indireta é de extrema importância no controle da frequência da voz. A função básica dessa musculatura é manter a laringe estabilizada no pescoço, para que a musculatura intrínseca possa trabalhar efetivamente. Por meio da elevação ou abaixamento da laringe no pescoço, altera-se o ângulo entre as cartilagens e a tensão entre elas (Behlau et al., 2001a).

Os músculos extrínsecos dividem-se em dois grupos: músculos supra-hióideos (Fig. 06) e infra-hióideos (Fig.07), de acordo com sua inserção no osso hióide e sua função principal.



**Figura 7- Músculos laríngeos extrínsecos supra-hióideos.**

(Fonte: Behlau, M. Voz: O Livro do Especialista, capítulo 1 pág.12)



**Figura 8-** Músculos laríngeos extrínsecos infra-hióideos e músculo esternocleidomastóideo

(Fonte: Behlau, M. Voz: O Livro do Especialista, capítulo 1 pág.13)

### C - Estrutura anatômica das pregas vocais

As pregas vocais (PPVV) são duas dobras de músculo e mucosa que se estendem horizontalmente na laringe. A mucosa divide-se em epitélio e lâmina própria, o epitélio cobre e mantém a forma da prega vocal (Behlau et al., 2001a). A lâmina própria subdivide-se em três camadas (Fig.09):

- a) Camada superficial: é uma camada flexível e com poucos elementos. É a camada que mais vibra durante a fonação, deslocando-se acentuadamente.
- b) Camada intermediária: situa-se logo abaixo da superficial, é mais densa, sendo composta de fibras elásticas.
- c) Camada profunda: é composta de fibras de colágeno, que são mais rígidas.

Dá-se o nome de ligamento vocal à junção das camadas intermediária e profunda da lâmina própria, uma vez que os limites entre elas não são definidos.

O corpo da prega vocal é composto basicamente pelo músculo vocal e funciona como um feixe de elásticos muito rígidos quando se contrai. Não se observa um limite nítido entre as fibras colágenas da camada profunda da lâmina própria e as fibras mais superficiais do músculo vocal, sendo que algumas fibras da camada profunda inserem-se no próprio músculo (Behlau et al., 2001a).

As fibras de colágeno, elásticas e musculares do músculo vocal apresentam uma distribuição longitudinal, paralela à borda livre da prega vocal. Do mesmo modo, os capilares sangüíneos da mucosa da borda livre também apresentam uma distribuição longitudinal e paralela à das fibras. Essa disposição semelhante de fibras e vasos é uma vantagem adicional para a vibração glótica (Behlau et al., 2001a).

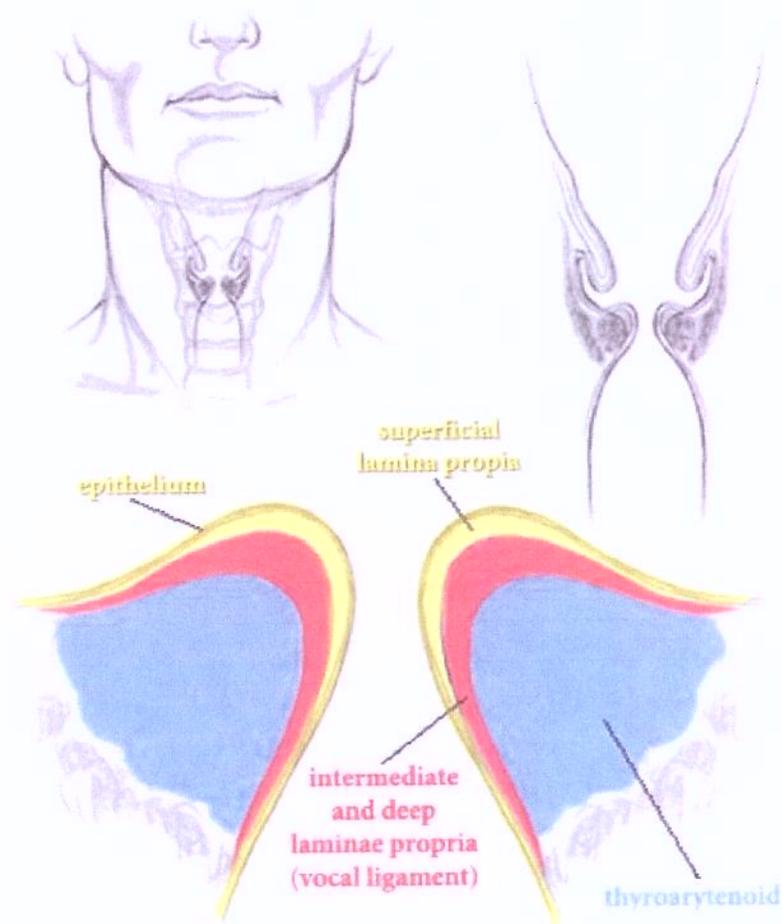
Desta forma, a prega vocal pode ser dividida em: cobertura (epitélio e camada superficial da lâmina própria), transição (camada intermediária e profunda da lâmina própria) e corpo (músculo vocal).

Na fonação a cobertura desloca-se de modo intenso e fluido, em direção contrária à gravidade. A camada de transição serve de acoplamento entre a camada superficial da lâmina própria e o músculo vocal. Desta forma, durante a respiração, as pregas vocais se afastam (Fig. 10), em abdução, e durante a fonação elas se aproximam, em adução (Fig. 11).

A estrutura da prega vocal do recém nascido difere do adulto principalmente quanto à composição da lâmina própria da mucosa. O epitélio escamoso celular é praticamente o mesmo, porém a lâmina própria na infância é mais espessa e praticamente uniforme, não se observa o ligamento vocal. Entre um e quatro anos um ligamento vocal imaturo aparece, não havendo ainda fibras de interligação entre este e o músculo vocal. A diferenciação entre as camadas intermediária e profunda da lâmina própria começa entre os 6 e 12 anos de idade, sendo que somente após os 15 anos pode-se observar a estrutura completa das três camadas da lâmina própria. Os motivos que justificam esse processo de

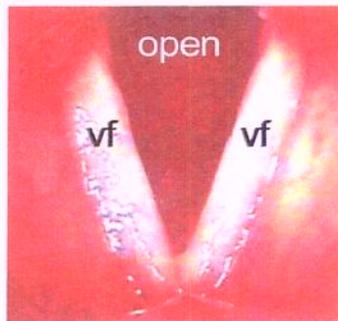
maturação longo e lento, mais demorado que a própria maturação dos órgãos sexuais para a reprodução, não são ainda claros (Behlau et al., 2001b).

Com o passar dos anos praticamente não se observam mudanças no epitélio, porém a camada superficial da lâmina própria (espaço de Reinke) tende a ficar mais edematosa e espessa. Observa-se atrofia das fibras elásticas da camada intermediária, mais acentuada nas mulheres. A camada profunda torna-se mais larga, porque as fibras de colágeno tornam-se mais espessas e densas. As fibras do músculo vocal também diminuem e atrofiam-se com o passar da idade.



**Figura 9-** Camadas das pregas vocais.

(Fonte: The Voice Problem Website. Coordenação de: Jamie Koufman e Robert Sataloff. Disponível em: <http://www.voiceproblem.org/glossary/images>. Acesso em 21 de nov. de 2005)



\*vf = vocal fold

**Figura 10-** Prega vocal em abdução durante inspiração

(Fonte: The Voice Problem Website. Coordenação de: Jamie Koufman e Robert Sataloff. Disponível em: <http://www.voiceproblem.org/glossary/images>>. Acesso em 21 de nov. de 2005)



\*vf = vocal fold

**Figura 11-** Pregas vocais em adução, durante fonação.

(Fonte: The Voice Problem Website. Coordenação de: Jamie Koufman e Robert Sataloff. Disponível em: <http://www.voiceproblem.org/glossary/images>>. Acesso em 21 de nov. de 2005)

## **D- Adolescência e voz**

A voz desenvolve-se num paralelismo com o desenvolvimento orgânico do indivíduo sendo que a formação psicológica dele também se expressa na voz, constituindo-se em uma das extensões mais fortes da personalidade. De acordo com

Andrews (1991), cada ser humano desenvolve, no decorrer da vida, maneiras próprias de utilizar a voz para se expressar, iniciar ou manter contato, satisfazer suas necessidades e controlar seu mundo. Sataloff (1997) afirma que é aceito que, características anatômicas e estruturais são geneticamente determinadas, incluindo-se, então, o tamanho das cartilagens laringeas, estrutura e comprimento das pregas vocais. Desta forma, a voz é uma manifestação com base psicológica, mas de sofisticado processamento muscular, uma vez que sua produção depende fundamentalmente de uma complexa e interdependente atividade de variados músculos e da integridade dos tecidos do aparelho fonador.

Quando a harmonia muscular é mantida, obtém-se um som dito de boa qualidade para os ouvintes e produzido sem dificuldade ou desconforto para o falante, o que caracteriza a eufonia. Em oposição, quando atributos mínimos de harmonia e conforto não são respeitados, ocorre a chamada disfonia.

De acordo com Behlau et al. (2001a), voz e disfonia são conceitos controversos, sendo a voz “normal” um dos temas mais controvertidos na Fonoaudiologia. A palavra normal, quando aplicada a qualquer conceito relacionado ao comportamento humano, oferece uma resistência imediata do momento em que normas comportamentais são altamente influenciáveis por fatores culturais e interpretações ideológicas.

Moore (1971) descreve a complexidade da tarefa de definir voz normal, afirmando que não existe um tom específico que possa ser referido como voz normal; ao invés disso, existem vozes de crianças, vozes de meninos, de meninas, de homens, mulheres e idosos. O critério que separa as vozes alteradas e não alteradas é determinado pelos ouvintes, sendo que os transtornos vocais são culturalmente baseados e socialmente determinados.

O indivíduo sem transtorno vocal consegue variar a voz livremente de acordo com a situação e o contexto do discurso. Assim, têm-se diversas vozes, utilizadas de acordo com o interlocutor e com a situação de comunicação.

Alterações em parâmetros vocais podem fazer com que o falante e/ou o ouvinte não considerem certa emissão como adaptada. Embora os falantes realizem vários desvios vocais durante a comunicação, principalmente de acordo com a situação e o contexto em

questão, há alterações que não podem ser aceitas como marcadores sociais, culturais ou emocionais, constituindo-se no que é chamado de disfonia (Behlau et al., 2001a).

Behlau et al. (2001a) referem que até a puberdade a laringe é bastante semelhante no menino e na menina, o que torna difícil fazer a discriminação quanto ao sexo do falante com base apenas numa emissão sustentada.

O estabelecimento do padrão vocal adulto começa, então, na puberdade e leva, em geral, de três a seis meses, ocorrendo nesse período quebras de sonoridade e rouquidão flutuante. Muda vocal persistente por mais de um ano deve ser pesquisada e tratada (Pinho, 2001).

Por esses aspectos somados aos aspectos anatomofuncionais anteriormente citados, as disfônias da muda são mais freqüentes nos rapazes. Nas meninas, como o crescimento da laringe e o alongamento das pregas vocais são discretos, as modificações na freqüência fundamental são menores e menos abruptas. Os fatores etiológicos das disfônias mutacionais, as chamadas puberfonias, são inúmeros. Entretanto, há uma maior predominância de aspectos funcionais e psicológicos e embora causas orgânicas possam ser consideradas, elas são de ocorrência rara (Behlau e Pontes, 1992).

De acordo com Andrews (1991), as mudanças na qualidade vocal masculina estão relacionadas ao aumento da capacidade respiratória e ao crescimento das cavidades de ressonância, as quais estão relacionadas ao crescimento do nariz, da boca e da maxila. Segundo a autora, a muda vocal é um dos aspectos das alterações globais que ocorrem na adolescência; todavia obtém destaque, pois é a partir da sua voz que o adolescente poderá comunicar-se e desenvolver-se em seu meio social.

Boone e MacFarlane (1994) referem que a mutação vocal e o som da voz estão relacionados ao crescimento da laringe e à variação do comprimento das pregas vocais e que nos meninos, algumas vezes, a muda vocal vem acompanhada por laringite crônica, devido ao esforço vocal durante o período de crescimento. Em contrapartida, nas meninas a voz tende a ser rouca, geralmente devido às alterações hormonais.

Bredant (1999) após levantar características e modificações típicas da adolescência, principalmente as transformações endócrinas, observou que as alterações decorrentes das mudanças hormonais tiveram relação direta com o crescimento da laringe e

a espessura das pregas vocais. O mesmo autor refere, ainda, que o aparecimento precoce da puberdade pode acarretar agravar a voz do indivíduo de tal forma que não corresponde à idade dele. Contudo, a puberdade tardia pode ocasionar voz agudizada, não correspondendo à estrutura corporal ou idade óssea do adolescente. Para o autor, as alterações vocais mais comuns durante a muda vocal são as mudanças na frequência fundamental e as quebras sonoras.

A muda vocal nos homens ocorre ao redor dos 13 aos 15 anos, enquanto nas mulheres é ao redor dos 12 aos 14 anos. Ruiz (1993) estudou 300 jovens do sexo masculino entre 12 e 18 anos e indicou que as mudanças vocais mais evidentes ocorrem dos 13 aos 15 anos, sendo que a maior incidência de indivíduos na muda vocal está na faixa entre 13 e 14 anos; além disso, a ocorrência da muda vocal mostrou-se diretamente relacionada ao aumento da estatura física.

Gil et al. (1994) aplicou um questionário a 400 homens adultos e os resultados indicaram que eles se lembram da muda vocal, cujas alterações mais comumente observadas foram voz instável, desafinada e grossa; e não demonstraram ter tido sentimentos negativos relacionados a esse período e também não perceberam reações negativas do interlocutor.

Santos (2000) analisou o perfil vocal de 182 adolescentes de escolas particulares da cidade de São Bernardo do Campo (São Paulo) e observou que a maioria dos adolescentes passou pela muda vocal sem apresentar queixa de alteração vocal e, quando essa queixa estava presente, os adolescentes se automedicavam ou utilizavam crenças populares para mascarar o problema.

Almeida (2005) verificou a autopercepção da voz de adolescentes entre 16 e 17 anos, de diversas classes econômicas, e observou que eles consideravam suas vozes normais e apontaram estar satisfeito com a qualidade vocal. Em contrapartida, Carvalho (2001) investigou a percepção e o uso da voz em 240 adolescentes, com idade entre 12 e 17 anos, do ensino fundamental e médio da rede de ensino estadual da cidade de São Paulo e observaram que os meninos não foram mais sensíveis do que as meninas em relação à percepção da própria voz e que os adolescentes, mesmo os que consideravam suas vozes normais, apontaram dificuldades na emissão e referiram cometer mau uso e abuso vocal.

Pedersen et al. (1986) referem que a frequência fundamental (F0) acima de 200 Hz sugere que os meninos estejam na fase da puberdade. Hollien et al. (1994) desenvolveram um estudo longitudinal em que avaliaram as mudanças vocais de 48 adolescentes do sexo masculino em um primeiro momento, quando os sujeitos tinham idade entre 10 e 11,5 anos e após 5 anos. Observaram que até os 15 anos os adolescentes apresentam F0 acima de 200 Hz e que só após os 16 anos de idade houve decréscimo da F0.

Curry (1946) conduziu os primeiros estudos acústicos da voz dos adolescentes e observou que em adolescentes caucasianos do norte dos Estados Unidos da América, com 14 anos de idade, a frequência fundamental média foi de 241,5 Hz.

Hagg e Taranger (1980) realizaram um estudo longitudinal randomizado com adolescentes do sexo masculino e feminino, em que avaliaram o desenvolvimento desses sujeitos de acordo com a altura, a ocorrência da menarca nas meninas e a mudança de voz nos meninos. Os autores observaram que, dos 106 meninos participantes, em apenas um deles a muda vocal ocorreu antes do início do estirão da altura e que apenas dois deles apresentaram voz característica à do adulto do sexo masculino antes de alcançarem suas alturas máximas.

Harries et al. (1998) estudaram 26 adolescentes de 13 a 14 anos durante um ano, com avaliações de três em três meses, e identificaram aumento do comprimento das pregas vocais em cada estágio do desenvolvimento puberal segundo as escalas de Tanner. Observaram também que a F0 manteve-se acima de 200 Hz nos estágios 1, 2 e 3 do grau de desenvolvimento puberal, e que no estágio 4 houve repentino abaixamento, ficando a F0 entre 150 e 100 Hz. Entretanto, essa diminuição do valor da F0 não está diretamente correlacionada ao aumento do comprimento das pregas vocais (PPVV). Os autores acreditam que as ondas de mucosa das PPVV podem mudar entre os estágios 3 e 4 de Tanner e que isso poderia refletir na maturação das camadas das PPVV e as diferenciações entre suas camadas podem ser os fatores que contribuem para o abaixamento da F0 nas vozes masculinas durante a puberdade.

Harries et al. (1997) estudaram 26 adolescentes do sexo masculino, com idade entre 13 e 14 anos, e verificaram que a muda vocal é um evento tardio em relação ao desenvolvimento puberal e que as mudanças da F0 da voz estão correlacionadas com o volume dos testículos, mas não com o nível do hormônio testosterona.

Garcia (1993) avaliou a voz de 56 adolescentes com idade entre 12 e 18 anos, sem queixa vocal ou história pregressa de disfonia, e comparou-a com o desenvolvimento púbere segundo os estágios de Tanner. Os adolescentes foram divididos em dois grupos: adolescentes com desenvolvimento puberal normal e adolescentes com atraso no desenvolvimento puberal. O autor observou que os dois grupos apresentavam disfonia, sendo que o grupo com desenvolvimento puberal normal encontrava-se no estágio pós-muda vocal e com possível disfonia funcional ou orgânico-funcional, enquanto que o grupo com desenvolvimento puberal atrasado estava em pré-muda e, portanto, a alteração vocal possivelmente estava relacionada à disfonia do desenvolvimento.

### **E- Desenvolvimento puberal**

A adolescência é uma fase de transição gradual entre a infância e o estado adulto que se caracteriza por profundas transformações somáticas, psicológicas e sociais. Ela representa uma das fases mais importantes do ciclo vital à medida que completa o período de crescimento e desenvolvimento. Na prática, corresponde ao período que vai desde o aparecimento dos caracteres sexuais secundários e início da aceleração de crescimento até o indivíduo atingir o desenvolvimento físico completo (Colli, 1994).

As manifestações de crescimento e desenvolvimento durante a adolescência ocorrem em diversos setores do organismo, tornando-se mais evidentes aquelas relacionadas ao aumento de altura e peso e ao desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários (Colli, 1994).

A primeira manifestação de puberdade no sexo masculino consiste no crescimento dos testículos e do escroto. Os estágios de genitais e pêlos pubianos quase sempre ocorrem posteriores ao início de aumento testicular. A aceleração do crescimento estatural e peniano geralmente começa ao redor de um ano após o início do crescimento testicular.

Existe uma variação normal ampla da idade de início e tempo de progressão da maturação sexual, conseqüentemente, a idade cronológica é um critério falho para se inferir sobre o desenvolvimento de um adolescente. A determinação dos estágios de maturação sexual, que se processa numa seqüência constante, através da avaliação pela inspeção

segundo os estágios de Tanner (1962), constitui elemento fundamental para a caracterização do crescimento e desenvolvimento físico do adolescente. Os critérios de Tanner baseiam-se no desenvolvimento de pêlos pubianos e genitais, em que o estágio 1 representa a situação pré-puberal e o 5 a característica adulta da variável em questão.

O período de tempo entre um estágio e outro é muito variável, sendo em média necessários três anos para passar do estágio 2 para o 5 de desenvolvimento genital e um ano e meio para os pêlos pubianos (Colli, 1994). Essas variações podem ocorrer em relação aos seguintes itens:

- 1- Idade de início dos eventos: existe uma faixa ampla de idade quanto à época em que cada uma das modificações somáticas ocorre.
- 2- Duração dos eventos: o tempo de passagem de um estágio para outro varia de um indivíduo para outro e a progressão de um estágio para outro não implica obrigatoriamente a mesma velocidade nos estágios seguintes.
- 3- Seqüência dos eventos: embora a maioria dos adolescentes apresente uma seqüência das transformações pubertárias, podem existir variações das mesmas.

## **F- Avaliação vocal**

A avaliação vocal pode ser realizada através da avaliação perceptivo-auditiva, que é uma avaliação clássica e tradicional da rotina clínica fonoaudiológica. Porém, há muita crítica quanto à subjetividade e à imprecisa terminologia envolvida neste procedimento (Fex, 1992; Sonninem e Hurme, 1992).

A avaliação acústica é uma análise objetiva da voz que quantifica o sinal sonoro, sendo complementar à avaliação perceptivo-auditiva. Apesar da contribuição que um laboratório computadorizado de voz pode oferecer, ele é mais útil quanto mais próxima do padrão normal de produção vocal encontra-se a voz que está sendo analisada (Behlau et al., 2001a).

A avaliação acústica realiza mensurações do sinal sonoro vocal que pode ter sido gravado para análise posterior. Por isso, devem-se seguir normas e sugestões de como gravar a voz, para que as mesmas sejam passíveis de análise acústica (Titze, 1994; Baken, 1987), considerando-se os seguintes aspectos: condições de registro, protocolos de gravação, sistemas de gravação e análise qualitativa do sinal sonoro.

Há diversos parâmetros vocais acústicos que podem ser obtidos através de um programa, para uso clínico os mais importantes são: frequência fundamental (F0) e seus índices de perturbação (*jitter* e *shimmer*), as medidas de ruído (*glottal noise excitation* e medidas de ruído propriamente dita), o perfil da extensão vocal e a espectrografia acústica. Neste estudo, utilizamos o programa brasileiro Vox Metria® da CTS Informática em parceria com a fonoaudióloga Dra. Mara Behlau. Os seguintes parâmetros foram considerados:

**a) Frequência Fundamental (F0):** é determinada fisiologicamente pelo número de ciclos que as pregas vocais fazem em um segundo, isto é, pelo número de ciclos glóticos que se repetem. Os fatores de determinação da F0 são: comprimento das pregas vocais, alongamento, massa em vibração e a tensão envolvida durante a fonação. É afetada pelo sexo e pela idade, com distribuição média de 80 a 250 Hz em adultos jovens, sendo que nos homens a faixa vai de 80 a 150Hz e nas mulheres de 150 a 250Hz (Linders et al., 1995; Vuorenkosk et al., 1998). Crianças apresentam valores acima de 250 Hz e bebês possuem uma extensão ampla que pode chegar a 1200 Hz. Para o português brasileiro falado em São Paulo, os valores da F0 para homens, mulheres e crianças (de 8 a 11 anos) são 113 Hz, 205 Hz e 236 Hz, respectivamente (Behlau et al., 1985).

**b) Jitter:** indica a variabilidade da F0 a curto prazo, medida entre ciclos glóticos vizinhos. Expressa o quanto um período é diferente do anterior ou de seu sucessor imediato, não levando em consideração as alterações voluntárias da frequência. Os valores de jitter em indivíduos normais podem representar uma pequena variação na massa ou na tensão das pregas vocais, na simetria das estruturas, no muco envolvido ou ainda na atividade neural envolvida (Baken, 1987). Contudo, seus valores aumentados podem indicar lesões nas pregas vocais e refletir a extensão da alteração encontrada.

- c) **Shimmer:** é uma medida de estabilidade fonatória e indica a variabilidade da amplitude da onda sonora a curto prazo. Oferece uma percepção indireta do ruído na produção vocal, e seus valores crescem quanto maior a quantidade de ruído numa emissão; está associado às características de ressonância do trato vocal e ao nível de pressão sonora da produção vocal (Behlau et al., 2001b). Valores aumentados de *shimmer* podem indicar irregularidade no fechamento glótico.
- d) **Irregularidade:** parâmetro que verifica a irregularidade de vibração das pregas vocais.
- e) **Relação de Excitação glotal/ruído:** este parâmetro é utilizado a fim de estimar a quantidade de ruído presente no pulso glótico, conhecido em inglês como *Glottal Noise Excitation* (GNE).
- f) **Quantidade de Semitons e variabilidade da F0:** expressam a instabilidade da F0 durante a emissão.
- g) **Intensidade:** expressa a média da altura do som usada durante fala encadeada em decibéis (dB).

## **G- A clínica fonoaudiológica e a voz do adolescente**

A motivação para o desenvolvimento desse trabalho partiu da constatação da necessidade de se desenvolver pesquisas relacionadas à voz do adolescente, uma vez que são escassos os estudos sobre o assunto na literatura brasileira. Alguns estudos internacionais (Hääg e Taranger, 1980; Pedersen et al., 1986; Hollien et al., 1994; Harries et al., 1997; Harries et al., 1998) abordam o tema e acredita-se que fatores como etnia, raça, cultura e meio ambiente estão intimamente relacionados com o desenvolvimento e conseqüentemente com a qualidade e desenvolvimento vocal.

Na clínica fonoaudiológica é comum classificarmos o desenvolvimento do adolescente considerando-se como critérios a presença de pêlos na face e sua distribuição, o que muitas vezes pode nos dar uma impressão errônea do desenvolvimento dos jovens, pois essas características estão relacionadas a diversos fatores, que variam enormemente

entre os sujeitos. A avaliação do desenvolvimento puberal é a mais segura para classificar o estágio de desenvolvimento que os adolescentes se encontram. Desta forma, propomos, aqui, correlacionar os parâmetros vocais acústicos com a avaliação puberal, realizada por um médico pediátrica, a fim de se obter dados seguros quanto ao estágio de desenvolvimento dos adolescentes.

Além disso, a realização desse projeto proporcionará bases para padrões gerais que poderão contribuir para estudos posteriores.

Devido aos aspectos anteriormente mencionados adicionados à escassez de estudos sobre a muda vocal, estudos que visem entender melhor a modificação do padrão vocal durante a puberdade, período em que ocorre a muda vocal, são essenciais para o aperfeiçoamento da assistência fonoaudiológica a esses adolescentes. Assim, o presente trabalho visa ampliar o conhecimento sobre a qualidade vocal de adolescentes, aspecto fundamental para o enriquecimento da área e para o fazer clínico fonoaudiológico.

***OBJETIVOS***

## **A- Objetivo Geral**

Analisar, por meio de avaliação acústica, parâmetros da qualidade vocal de adolescentes do sexo masculino durante a puberdade, considerando a correlação desses parâmetros entre si e com o grau de desenvolvimento puberal.

## **B- Objetivos Específicos**

- 1- Caracterizar acusticamente o padrão vocal de adolescentes, entre 13 e 15 anos, do sexo masculino.
- 2- Correlacionar os seguintes parâmetros vocais entre si: frequência fundamental, *jitter*, *shimmer*, irregularidade fonatória, quantidade de semitons e intensidade.
- 3- Correlacionar os parâmetros vocais com a avaliação do desenvolvimento puberal.
- 4- Caracterizar a voz do adolescente durante o processo de muda vocal.

***MATERIAL E MÉTODOS***

## **A- Dados dos sujeitos**

Foram sujeitos desse estudo, 46 adolescentes do sexo masculino de uma amostra de conveniência, entre 13 e 15 anos, estudantes da 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> séries do Ensino Fundamental de uma escola pública, situada em Campinas. Com a concordância da instituição e assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1) pela diretora da escola, os objetivos do presente estudo foram esclarecidos aos alunos e os mesmos foram convidados a participar do projeto. Os pais do aluno e o aluno que aceitou fazer parte do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2), permitindo sua participação.

### **Critérios de inclusão:**

- 1- Ser do sexo masculino;
- 2- Idade entre 13 e 15 anos.

### **Critérios de Exclusão:**

- 1- Apresentar queixa vocal;
- 2- Problemas neurológicos;
- 3- Ser portador de síndromes congênitas;
- 4- Apresentar afecções de vias aéreas superiores e/ou inferiores ou referir ingestão de medicamento para as mesmas.

## **B- Procedimentos da coleta dos dados**

### **Caracterização da voz**

Os adolescentes foram submetidos à gravação da voz em gravador digital Panasonic RR-US360® numa sala com ruído ambiental inferior a 50 dB, situada dentro da própria escola. Os jovens foram orientados a emitir, em pé, a vogal /ε/ sustentada em sua

intensidade e conforto habituais; contar de 1 a 10 e ler um parágrafo de livro, pré-estabelecido. Foi utilizado microfone PHILIPS SBC MD680®, unidirecional, posicionado com distância de 5 cm, para gravação da vogal sustentada, e 10 cm, para gravação da fala encadeada, em relação à boca dos adolescentes, sendo mantida uma angulação de 45 graus a fim de reduzir o ruído aerodinâmico da articulação (Price e Sataloff, 1988; Tizte, 1994). Foram caracterizados os seguintes parâmetros:

- 1) Frequência fundamental (em Hz) da voz;
- 2) Dados referentes às perturbações de frequência a curto prazo: *jitter* e *shimmer*;
- 3) Análise da irregularidade fonatória;
- 4) Medidas de ruído: GNE e Ruído;
- 5) Variabilidade da frequência fundamental e quantidade de semitons produzidos;
- 6) Média da intensidade (em dB) mantida durante a fala encadeada.

### **Caracterização do desenvolvimento puberal**

No mesmo local e época foi realizada, por um médico pediatra, a avaliação do estágio de desenvolvimento puberal segundo a escala de Tanner. Essa avaliação baseia-se na inspeção visual dos genitais e pêlos pubianos.

**Quadro 1-** Classificação de Tanner para os estágios do desenvolvimento puberal  
(Tanner, 1962)

G1	G2	G3	G4	G5
Os testículos, o escroto e o pênis são do mesmo tamanho e proporção que na primeira infância.	Aumento do escroto e dos testículos. A pele do escroto muda de textura. Aumento do pênis é discreto ou nulo.	Aumento do pênis em toda a extensão. Testículos e o escroto continuam seus desenvolvimentos.	Aumento de tamanho do pênis, escroto, testículos e desenvolvimento da glândula.	Os genitais se apresentam em tamanho e forma dos adultos
P1	P2	P3	P4	P5
Pré-adolescente, não há pelagem pubiana.	Crescimento ralo de pelos longos, macios e ligeiramente pigmentados, lisos ou levemente crespos, principalmente na base do pênis.	Aumento do pênis ocorrendo ao princípio em toda a extensão. Os testículos e o escroto continuam seus desenvolvimentos.	A pelagem é do tipo adulto, mas a área coberta não se estende até a superfície interna das coxas.	Do tipo adulto, em quantidade e tipo.

### C- Procedimentos da análise dos dados

A análise dos parâmetros acústicos das vozes foi feita com o auxílio do programa Voz Metria®, programa este elaborado pela CTS Informática em parceria com a Fonoaudióloga Profª Dra. Mara Behlau.

Das amostras da vogal /ε/ foram excluídos o início e o término da emissão, por suas características irregulares e o tempo de todas as amostras foi padronizado em três segundos, sendo extraídas do primeiro ao quarto segundo as medidas de F0, *jitter*, *shimmer*.

A estatística descritiva da população foi realizada através de médias e de medidas de dispersão (desvio padrão - dp). Para a análise entre os parâmetros acústicos foi utilizado a Análise de Correlação de Spearman e para a análise da correlação do grau de desenvolvimento puberal e os parâmetros de voz foram utilizados os Testes de Comparações Múltiplas e de Kruskal-Wallis, que permite a comparação entre diversos grupos, concomitantemente. Todas as análises foram realizadas no programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 13.0 e foi adotado nível de significância igual a 0,05.

As variáveis *jitter*, *shimmer* e *irregularidade* foram consideradas como variáveis categóricas (1 = alterado e 2 = normal) e como variáveis escalares.

#### **D- Aspectos éticos**

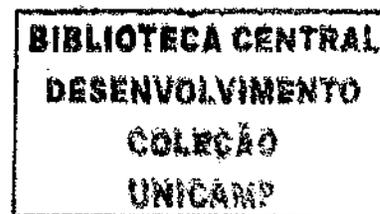
Foram obtidas autorização e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Estadual de Campinas em Março de 2004 (protocolo nº 570/2003).

O estudo esteve de acordo com os aspectos éticos recomendados pela resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisas envolvendo seres humanos, não apresentando atividades que pudessem ocasionar danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual dos participantes e contemplando a divulgação dos resultados aos sujeitos.

***RESULTADOS***

**1- Quanto aos parâmetros vocais analisados durante emissão da vogal /ε/ sustentada**  
(Tabela 01)

- **F0:** Os valores encontrados estão acima de 200Hz para todos os sujeitos, chegando a mais de 500Hz em três adolescentes.
- **Jitter:** de acordo com o programa de análise acústica utilizado, *jitter* é considerado dentro da normalidade quando seus valores não ultrapassam 0,6%, apenas dois adolescentes apresentaram valores acima desse padrão.
- **Shimmer** encontrou-se alterado, ou seja, com valores acima de 6,5%, em 39 dos 46 adolescentes avaliados. Assim, a maioria dos sujeitos apresentou valores elevados para esse índice de perturbação da frequência fundamental a curto prazo, valores estes considerados alterados para os padrões vocais de um adulto do sexo masculino.
- **Irregularidade:** foram encontrados valores acima de 4,75 (limite de normalidade para o parâmetro segundo o programa utilizado) em 18 adolescentes, aproximadamente 40% da amostra.
- **Proporção GNE:** também conhecida como proporção sinal-ruído, por contrastar a energia total do sinal sonoro com o componente ruído, apresentou-se dentro dos valores considerados normais, isto é, entre 0,5 dB e 1,0 dB, para todos os adolescentes.
- **Medida de Ruído:** a energia de ruído glótico manteve-se com valores entre zero dB e 2,5 dB, considerados dentro dos padrões de normalidade.



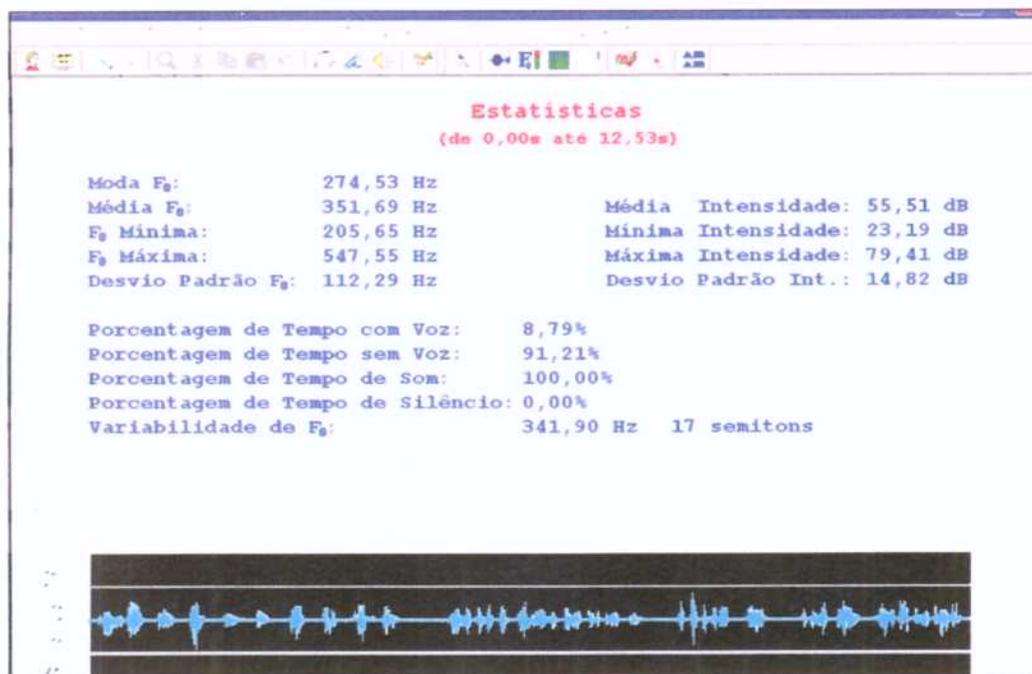
**Tabela 1-** Valores dos parâmetros acústicos durante emissão da vogal /ε/ sustentada

	<b>n</b>	<b>Média</b>	<b>dp</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
F0	46	261,5 Hz	74,02	202,1	525,48
<i>Jitter</i>	46	0,26%	0,002	0,11	1,08
<i>Shimmer</i>	46	8,41%	0,02	5,05	12,91
Irregularidade	46	4,66	0,52	3,59	5,93
GNE	46	0,76	0,10	0,55	0,92
Ruído	46	1,21	0,41	0,54	2,09

## 2- Quanto aos parâmetros vocais durante fala encadeada (Tabela 02)

- **F0:** observaram-se valores muito próximos aos valores obtidos durante a emissão da vogal sustentada, para todos os adolescentes a F0 média esteve acima de 200Hz.

Ao analisarmos na fala encadeada os três adolescentes que apresentaram F0 acima de 500 Hz na vogal sustentada observou-se que havia grande variação da F0 durante a fala e que, portanto, pode-se considerar que o valor de F0 extraído na vogal sustentada, estava no pico de variação da frequência fundamental (Fig.12).



**Figura 12-** Figura do programa Voz Metria® mostrando análise da F0 durante fala encadeada de um dos adolescentes que apresentou  $F_0 > 500$  Hz durante emissão da vogal /ε/ sustentada.

- **Intensidade:** manteve-se uma média de 54 dB, com mínima de 14 dB, este último valor é considerado uma voz baixa e possivelmente sussurrada, e máxima de aproximadamente 84,5 dB, considerada uma voz de intensidade forte.
- **Variabilidade da F0:** observou-se grande variabilidade da F0 para todos os sujeitos, com variação média de 250,8 Hz.
- **Semitons:** observou-se grande quantidade de semitons durante a fala encadeada, com média de 13,72.

**Tabela 2-** Valores dos parâmetros acústicos durante fala encadeada

	<b>n</b>	<b>Média</b>	<b>dp</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
F0	46	265,9 Hz	31,83	200,01	549,51
Intensidade	46	54,08 dB	2,95	14,05	84,44
Variabilidade F0	46	250,8 Hz	82,7	86,13	349
Semitons	46	13,72	3,37	7	17

**3- Quanto às correlações entre os parâmetros vocais (Tabelas 03 e 04)**

A relação entre a variável categórica de *jitter* e as variáveis categóricas de *shimmer* e irregularidade são estatisticamente não-significantes, portanto, *jitter* não consegue explicar *shimmer* e irregularidade, ou seja, os valores de *jitter* apresentam comportamento não-correlacionado frente aos valores de *shimmer* e irregularidade. Entretanto, a variável categórica de *shimmer* possui relação estatisticamente significativa ( $p=0,021$ ) com a variável categórica irregularidade, portanto, os valores de *shimmer* apresentam comportamento correlacionado frente aos valores de irregularidade. Como o sinal do coeficiente de correlação é positivo, pode-se afirmar que quanto maior o valor de *shimmer*, tanto maior é o valor da irregularidade e vice-versa (Tabela 03).

**Tabela 3-** Resumo de Correlações entre as variáveis categóricas

<b>Par de variáveis categóricas</b>	<b>Coefficiente de correlação</b>	<b>Significância (p)</b>
<i>Jitter_c</i> x <i>shimmer_c</i>	0,090	0,551
<i>Jitter_c</i> x irregularidade_c	0,266	0,074
<i>Shimmer_c</i> x irregularidade_c	0,340	0,021*

(\*) = estatisticamente significativa

Observou-se que grandes valores de *jitter*, *shimmer*, irregularidade, F0 média durante fala encadeada e variabilidade da F0 estão relacionados a grandes valores da frequência fundamental da emissão da vogal sustentada /ε/, ou que pequenos valores das variáveis em questão estão relacionados a pequenos valores da F0 durante emissão de vogal sustentada. Em contrapartida, para a variável média de intensidade, o coeficiente de correlação é negativo, portanto pode-se afirmar que quanto maior o valor da F0 da emissão da vogal sustentada, menor é a intensidade. Não há relação estatisticamente significativa entre a variável F0 durante emissão da vogal sustentada e as variáveis GNE, medidas de ruído, semitons (Tabela 04).

A variável *jitter* possui relação estatisticamente significativa com as variáveis *shimmer* e irregularidade, sendo que para valores grandes de *jitter*, encontraram-se valores também elevados de *shimmer* e irregularidade e que para valores pequenos de *jitter* os valores das variáveis em questão também foram baixos. Não há relação estatisticamente significativa entre *jitter* e as outras variáveis referentes aos parâmetros vocais acústicos, portanto os valores de *jitter* apresentam comportamento não-correlacionado frente aos valores das demais variáveis (Tabela 04).

A relação entre a variável *shimmer* e as variáveis irregularidade, semitons, média de F0 para fala encadeada e variabilidade de F0 é estatisticamente significativa, portanto pode-se afirmar que quanto maior o valor de *shimmer*, tanto maior é o valor destas variáveis, uma vez que o coeficiente de correlação é positivo (Tabela 04).

A variável irregularidade tem relação estatisticamente significativa com as variáveis: semitons, F0 média para fala encadeada, variabilidade de F0 e média de intensidade, porém o coeficiente de correlação da variável irregularidade com as primeiras três variáveis descritas é positivo, ou seja, pode-se afirmar que para valores altos de irregularidade, encontram-se valores altos das demais variáveis e para valores baixos de irregularidade, encontram-se valores baixos destas variáveis. Já o coeficiente de correlação entre irregularidade e média de intensidade é negativo, portanto, para valores altos de irregularidade, encontra-se intensidade mais baixa e para valores baixos de irregularidade a intensidade tende a ser mais elevada (Tabela 04).

As variáveis GNE e medida de ruído só possuem relação estatisticamente entre si ( $p < 0,001$ ), como o coeficiente de correlação é negativo, pode-se inferir que para valores baixos de GNE encontram-se valores altos da variável medida de ruído e que, quando GNE apresenta valores baixos, a variável ruído tende a apresentar grandes valores (Tabela 04).

A variável semitom apresenta relação altamente significativa com as variáveis F0 para fala encadeada ( $p = 0,001$ ) e variabilidade de F0 ( $p < 0,001$ ), mostrando, por meio do coeficiente de correlação positivo, que há forte tendência de que para grande quantidade de semitons os valores de F0 e sua variabilidade são elevadas e que adolescentes com menores quantidade de semitons tendem a ter valores menores de F0 e menor variabilidade da mesma (Tabela 04).

Há alta significância entre as variáveis F0 média para fala encadeada e variabilidade de F0 ( $p = 0,003$ ), mostrando por meio do coeficiente de correlação positivo que para F0 mais elevadas há maior variação da mesma (Tabela 04).

**Tabela 4-** Resumo das correlações entre as variáveis escalares durante emissão da vogal /ε/ sustentada e fala encadeada

Par de variáveis	Coefficiente de correlação	Significância (p)
F0_vogal x <i>jitter</i>	0,327	0,027*
F0_vogal x <i>shimmer</i>	0,348	0,018*
F0_vogal x irregularidade	0,487	0,001*
F0_vogal x GNE	-0,112	0,460
F0_vogal x ruído	0,119	0,429
F0_vogal x semitons	0,256	0,085
F0_vogal x F0_encadeada	0,555	<0,001*
F0_vogal x média_intensidade	-0,306	0,038*
F0_vogal x variabilidade_F0	0,297	0,045*
<i>Jitter</i> x <i>shimmer</i>	0,569	<0,001*
<i>Jitter</i> x irregularidade	0,650	<0,001*
<i>Jitter</i> x GNE	-0,103	0,495

<i>Jitter</i> x ruído	0,100	0,508
<i>Jitter</i> x semitons	0,187	0,213
<i>Jitter</i> x F0_encadeada	0,203	0,176
<i>Jitter</i> x média_intensidade	0,017	0,909
<i>Jitter</i> x variabilidade_F0	0,205	0,171
<i>Shimmer</i> x irregularidade	0,818	<0,001*
<i>Shimmer</i> x GNE	-0,163	0,279
<i>Shimmer</i> x ruído	0,164	0,277
<i>Shimmer</i> x semitons	0,325	0,027*
<i>Shimmer</i> x F0_encadeada	0,382	0,009*
<i>Shimmer</i> x média_intensidade	-0,081	0,593
<i>Shimmer</i> x variabilidade_F0	0,354	0,016*
Irregularidade x GNE	0,069	0,647
Irregularidade x ruído	-0,066	0,661
Irregularidade x semitons	0,341	0,021*
Irregularidade x F0_encadeada	0,402	0,006*
Irregularidade x média_intensidade	-0,064	0,673
Irregularidade x variabilidade_F0	0,373	0,011*
GNE x ruído	-0,998	<0,001*
GNE x semitons	0,016	0,916
GNE x F0_encadeada	-0,134	0,376
GNE x média_intensidade	-0,169	0,260
GNE x variabilidade_F0	-0,039	0,798
Ruído x semitons	-0,014	0,927
Ruído x F0_encadeada	0,147	0,329
Ruído x média_intensidade	0,167	0,267
Ruído x variabilidade_F0	0,041	0,786
Semitons x F0_encadeada	0,457	0,001*
Semitons x média_intensidade	-0,206	0,171
Semitons x variabilidade_F0	0,953	<0,001*
F0_encadeada x média_intensidade	-0,123	0,414
F0_encadeada x variabilidade_F0	0,431	0,003*
Média_intensidade x variabilidade_F0	-0,222	0,138

(\*) = estatisticamente significante

#### 4- Quanto às correlações entre os parâmetros vocais e idade

A variável idade apresentou relação estatisticamente significativa com a variável categórica de *shimmer* ( $p=0,006$ ), portanto a idade consegue explicar o *shimmer* (ou vice-versa), ou seja, a idade correlaciona-se frente aos valores de *shimmer* categórico. Como o sinal do coeficiente de correlação é negativo, pode-se afirmar que quanto maior a idade, menor é o valor de *shimmer* (Tabela 05).

A relação entre a variável idade e as variáveis F0 da vogal sustentada e F0 da fala encadeada é estatisticamente significativa ( $p=0,011$  e  $p=0,005$ , respectivamente), desta forma a idade consegue explicar a frequência fundamental nos dois tipos de emissão e vice-versa. Como o sinal do coeficiente de correlação é positivo nos dois casos, pode-se afirmar que quanto maior é a idade, tanto maior é o valor da F0 (Tabela 05).

A relação entre idade e média da intensidade é estatisticamente significativa ( $p=0,001$ ), ou seja, a idade correlaciona-se frente aos valores da intensidade. Como o sinal do coeficiente de correlação é negativo, pode-se afirmar que quanto maior a idade, menor é o valor da intensidade e vice-versa. A relação da idade com as demais variáveis referentes aos parâmetros vocais são estatisticamente não-significantes, portanto, a idade não consegue explicar essas variáveis, isto é, a idade apresenta comportamento não-correlacionado frente aos valores das demais variáveis (Tabela 05).

**Tabela 5-** Correlações entre as variáveis dos parâmetros vocais e a idade dos adolescentes

Par de variáveis	Coefficiente de correlação	Significância (p)
Idade x <i>jitter_c</i>	0,201	0,180
Idade x <i>shimmer_c</i>	-0,399	0,006*
Idade x irregularidade_c	-0,097	0,522
Idade x F0_vogal	0,372	0,011*
Idade x <i>jitter</i>	0,176	0,243
Idade x <i>shimmer</i>	0,239	0,109
Idade x irregularidade	0,280	0,059
Idade x GNE	0,071	0,638
Idade x ruído	-0,066	0,663
Idade x semitons	0,182	0,225
Idade x F0_encadeada	0,407	0,005*
Idade x media_intensidade	-0,492	0,001*
Idade x variabilidade_F0	0,172	0,252

(\*) = estatisticamente significante

## 5- Quanto ao desenvolvimento puberal

As variáveis G e P possuem relação estatisticamente significante, portanto G explica P (ou vice-versa), ou seja, os valores de G apresentam comportamento correlacionado frente aos valores de P. Como o sinal do coeficiente de correlação é positivo, pode-se afirmar que quanto maior o valor de G, tanto maior é o valor de P. Sendo assim, adotamos apenas a variável G para as demais análises estatísticas (Tabelas 06, 07 e 08).

**Tabela 6-** Número de adolescentes classificados em cada grupo de G

<b>Grupos de G</b>	<b>n</b>
1	2
2	6
3	7
4	21
5	4
<b>Total</b>	<b>40</b>

**Tabela 7-** Número de adolescentes classificados em cada grupo de P

<b>Grupos de P</b>	<b>n</b>
1	2
2	7
3	6
4	16
5	9
<b>Total</b>	<b>40</b>

**Tabela 8-** Correlação entre P e G

<b>Par de variáveis</b>	<b>Coefficiente de correlação</b>	<b>Significância (p)</b>
G x P	0,861	<0,001*

(\*) = estatisticamente significante

## **6- Quanto à correlação entre desenvolvimento puberal e idade**

A relação entre G e idade é estatisticamente significante, por isso G consegue explicar a idade ou vice-versa, isto é, os valores de G apresentam comportamento correlacionado frente à idade. Como o coeficiente de correlação é positivo, pode-se afirmar que quanto maior o valor de G, maior é a idade (Tabela 09).

**Tabela 9-** Correlação entre G e a idade dos adolescentes

<b>Par de variáveis</b>	<b>Coefficiente de correlação</b>	<b>Significância (p)</b>
G x Idade	0,507	0,001*

(\*) = estatisticamente significativa

### **7- Quanto à correlação entre G e parâmetros vocais**

A relação entre G e a variável categórica da irregularidade e a variável média da intensidade são estatisticamente significantes, e portanto, G apresenta comportamento correlacionado às categorias de irregularidade (2 = normal ou 1 = alterada) e aos valores da intensidade. Como o sinal do coeficiente de correlação é negativo, pode-se afirmar que quanto maior o G, menor o valor da variável categórica da irregularidade e da variável da média da intensidade (Tabela 10).

Já a relação entre G e as variáveis: F0 durante emissão da vogal e fala encadeada, irregularidade, semitons e variabilidade da F0 é estatisticamente significativa, porém o coeficiente de correlação é positivo, portanto, pode-se afirmar que quanto maior for o G, tanto maior será os valores destas variáveis (Tabela 10).

As demais variáveis relacionadas com os parâmetros vocais acústicos apresentam relação estatisticamente não-significante com G, portanto G não consegue explicar essas variáveis, ou seja, G apresenta comportamento não-correlacionado frente aos valores das demais variáveis (Tabela 10).

**Tabela 10-** Correlação entre G e parâmetros vocais acústicos

<b>Par de variáveis</b>	<b>Coefficiente de correlação</b>	<b>Significância (p)</b>
G x <i>jitter_c</i>	-0,083	0,611
G x <i>shimmer_c</i>	-0,196	0,226
G x irregularidade_c	-0,422	0,007*
G x F0_vogal	0,419	0,007*
G x <i>jitter</i>	0,278	0,082
G x <i>shimmer</i>	0,301	0,059
G x irregularidade	0,489	0,001*
G x GNE	0,159	0,328
G x ruído	-0,137	0,400
G x semitons	0,427	0,006*
G x F0_encadeada	0,448	0,004*
G x media_intensidade	-0,523	0,001*
G x variabilidade_F0	0,455	0,003*

(\*) = estatisticamente significante

#### **8- Quanto à correlação entre os cinco grupos da variável G e as variáveis dos parâmetros acústicos vocais e a variável idade**

Aplicamos o teste de Kruskal-Wallis e obtivemos o resultado de que os 5 grupos da variável G comparados, concomitantemente, para as variáveis: irregularidade, F0 da fala encadeada, média da intensidade e idade apresentaram diferença estatisticamente significante ( $p=0,037$ ,  $p=0,023$ ,  $p=0,020$ ,  $p=0,031$ , respectivamente). Entretanto, o teste complementar de comparações múltiplas não foi sensível para identificar quais grupos diferem entre si (Tabelas 11 a 21).

**Tabela 11-** Comparação entre os 5 grupos de G e F0 da vogal sustentada /ε/

Variáveis	Grupos		Média	dp	Intervalo de		Mínimo	Máximo	p
	de G	n			Confiança				
					Limite Inferior	Limite Superior			
F0_vogal	1	2	231,00	5,42	182,27	279,72	227,16	234,83	0,074
	2	6	220,23	13,89	205,66	234,80	205,78	236,87	
	3	7	224,63	25,83	200,74	248,52	202,10	279,51	
	4	21	291,71	98,32	246,96	336,46	205,12	525,48	
	5	4	271,98	12,16	252,64	291,33	256,43	286,11	
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>264,24</b>	<b>78,39</b>	<b>239,17</b>	<b>289,31</b>	<b>202,10</b>	<b>525,48</b>	

**Tabela 12-** Comparação entre os 5 grupos de G e Jitter

Variáveis	Grupos		Média	dp	Intervalo de		Mínimo	Máximo	p
	de G	n			Confiança				
					Limite Inferior	Limite Superior			
Jitter	1	2	0,19	0,04	-0,19	0,57	0,16	0,22	0,263
	2	6	0,18	0,07	0,11	0,25	0,11	0,29	
	3	7	0,19	0,05	0,14	0,24	0,13	0,26	
	4	21	0,30	0,21	0,20	0,40	0,13	1,08	
	5	4	0,21	0,04	0,14	0,27	0,16	0,25	
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>0,25</b>	<b>0,17</b>	<b>0,20</b>	<b>0,30</b>	<b>0,11</b>	<b>1,08</b>	

**Tabela 13-** Comparação entre os 5 grupos de G e Shimmer

Variáveis	Grupos		Média	dp	Intervalo de		Mínimo	Máximo	p
	de G	n			Confiança				
					Limite Inferior	Limite Superior			
Shimmer	1	2	7,64	1,43	-5,19	20,47	6,63	8,65	0,407
	2	6	7,92	2,19	5,62	10,21	5,05	11,02	
	3	7	7,89	1,62	6,39	9,38	5,58	10,28	
	4	21	8,84	1,84	8,00	9,68	6,25	12,91	
	5	4	9,50	1,02	7,87	11,12	8,03	10,40	
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>8,54</b>	<b>1,79</b>	<b>7,97</b>	<b>9,11</b>	<b>5,05</b>	<b>12,91</b>	

**Tabela 14-** Comparação entre os 5 grupos de G e Irregularidade

Variáveis	Grupos		Média	dp	Intervalo de		Mínimo	Máximo	p
	de G	n			Confiança				
					Limite Inferior	Limite Superior			
Irregularidade	1	2	4,26	0,38	0,83	7,69	3,99	4,53	0,037
	2	6	4,39	3,80	3,80	4,98	3,59	5,10	
	3	7	4,39	4,05	4,05	4,73	4,04	5,07	
	4	21	4,87	4,63	4,63	5,10	4,17	5,93	
	5	4	5,02	4,80	4,80	5,23	4,91	5,20	
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>4,70</b>	<b>4,53</b>	<b>4,53</b>	<b>4,86</b>	<b>3,59</b>	<b>5,93</b>	

**Tabela 15-** Comparação entre os 5 grupos de G e GNE

Variáveis	Grupos		Média	dp	Intervalo de		Mínimo	Máximo	p
	de G	n			Confiança				
					Limite Inferior	Limite Superior			
GNE	1	2	0,73	0,06	0,22	1,24	0,69	0,77	0,802
	2	6	0,76	0,10	0,66	0,86	0,61	0,87	
	3	7	0,74	0,10	0,65	0,83	0,63	0,85	
	4	21	0,77	0,11	0,72	0,82	0,55	0,93	
	5	4	0,77	0,11	0,59	0,94	0,65	0,86	
	<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>0,76</b>	<b>0,10</b>	<b>0,73</b>	<b>0,79</b>	<b>0,55</b>	<b>0,93</b>	

**Tabela 16-** Comparação entre os 5 grupos de G e Ruído

Variáveis	Grupos		Média	dp	Intervalo de		Mínimo	Máximo	p
	de G	n			Confiança				
					Limite Inferior	Limite Superior			
Ruído	1	2	1,35	0,24	-0,81	3,51	1,18	1,52	0,858
	2	6	1,23	0,39	0,82	1,64	0,77	1,83	
	3	7	1,31	0,41	0,93	1,69	0,85	1,75	
	4	21	1,19	0,46	0,98	1,40	0,54	2,09	
	5	4	1,21	0,45	0,50	1,92	0,82	1,67	
	<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>1,23</b>	<b>0,42</b>	<b>1,09</b>	<b>1,36</b>	<b>0,54</b>	<b>2,09</b>	

**Tabela 17-** Comparação entre os 5 grupos de G e Semitons

Variáveis	Grupos		Média	dp	Intervalo de		Mínimo	Máximo	p
	de G	n			Confiança				
					Limite Inferior	Limite Superior			
Semitons	1	2	10,50	2,12	-8,56	29,56	9	12	0,094
	2	6	12,33	4,08	8,05	16,62	7	17	
	3	7	11,86	3,58	8,55	15,17	7	17	
	4	21	14,48	2,96	13,12	15,83	6	17	
	5	4	16,25	0,96	14,73	17,77	15	17	
<b>Total</b>		40	13,68	3,35	12,60	14,75	6	17	

**Tabela 18-** Comparação entre os 5 grupos de G e F0 da fala encadeada

Variáveis	Grupos		Média	dp	Intervalo de		Mínimo	Máximo	p
	de G	n			Confiança				
					Limite Inferior	Limite Superior			
F0_encadeada	1	2	259,03	7,91	188,00	330,06	253,44	264,62	0,023*
	2	6	241,69	12,11	228,98	254,39	229,42	257,66	
	3	7	246,28	24,92	223,23	269,32	217,62	292,64	
	4	21	277,27	32,23	262,59	291,94	225,06	351,69	
	5	4	277,64	32,85	225,36	329,92	246,04	323,69	
<b>Total</b>		40	265,63	31,26	255,64	275,63	217,62	351,69	

(\*) = estatisticamente significante

**Tabela 19-** Comparação entre os 5 grupos de G e Intensidade média

Variáveis	Grupos		Média	dp	Intervalo de		Mínimo	Máximo	p
	de G	n			Confiança				
					Limite Inferior	Limite Superior			
Intensidade	1	2	59,42	2,30	38,77	80,06	57,79	61,04	0,002*
	2	6	55,16	1,49	53,59	56,72	53,53	56,81	
	3	7	55,52	2,83	52,90	58,14	51,90	58,89	
	4	21	53,34	2,89	52,02	54,66	43,84	58,48	
	5	4	51,61	1,86	48,65	54,58	48,93	53,05	
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>54,13</b>	<b>3,02</b>	<b>53,16</b>	<b>55,09</b>	<b>43,84</b>	<b>61,04</b>	

(\*) = estatisticamente significante

**Tabela 20-** Comparação entre os 5 grupos de G e Variabilidade da F0

Variáveis	Grupos		Média	dp	Intervalo de		Mínimo	Máximo	p
	de G	n			Confiança				
					Limite Inferior	Limite Superior			
Variab_F0	1	2	171,89	43,47	-218,70	562,48	141,15	202,63	0,077
	2	6	214,71	96,91	113,00	316,41	99,27	332,69	
	3	7	210,91	79,63	137,26	284,55	112,53	339,99	
	4	21	268,57	73,43	235,15	302,00	86,13	347,16	
	5	4	322,91	25,21	282,78	363,03	290,11	346,73	
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>251,00</b>	<b>80,94</b>	<b>225,12</b>	<b>276,89</b>	<b>86,13</b>	<b>347,16</b>	

**Tabela 21-** Comparação entre os 5 grupos de G e Idade

Variáveis	Grupos		Média	dp	Intervalo de		Mínimo	Máximo	p
	de G	n			Confiança				
					Limite Inferior	Limite Superior			
Idade	1	2	13,00	0,01	13,00	13,00	13	13	0,031*
	2	6	13,17	0,41	12,74	13,60	13	14	
	3	7	13,29	0,49	12,83	13,74	13	14	
	4	21	14,05	0,86	13,65	14,44	13	15	
	5	4	14,25	0,96	12,73	15,77	13	15	
<b>Total</b>		40	13,75	0,84	13,48	14,02	13	15	

(\*) = estatisticamente significante

*DISCUSSÃO*

## 1- Considerações quanto aos aspectos vocais

**Voz e Parâmetros vocais acústicos:** As características anatômicas e estruturais da laringe são geneticamente determinadas, assim como a ação dos músculos e integridade dos tecidos do aparelho fonador (Sataloff, 1997). A voz e a habilidade vocal, portanto, são diferentes em cada indivíduo (Andrews, 1991). Definir voz normal e transtorno vocal torna-se uma tarefa culturalmente baseada e socialmente determinada (Moore, 1971). A avaliação perceptiva da voz baseia-se na impressão dos ouvintes, que possuem histórias culturais e sociais muitas vezes divergentes, por isso essa avaliação é considerada por muitos autores como subjetiva (Fex, 1992; Sonninem e Hurme, 1992). A avaliação acústica nos dá dados objetivos da voz, pois quantifica o sinal sonoro, porém Behlau et al. (2001a) consideram essa avaliação complementar à avaliação perceptiva auditiva, pois acreditam que a análise acústica é mais útil quanto mais próxima do padrão normal de produção vocal está a voz a ser analisada.

**Frequência fundamental (F0):** Os elevados valores encontrados para F0, tanto durante a vogal sustentada, como fala encadeada, considerados valores na faixa de frequência característica de crianças e mulheres como descritas por Behlau et al. (1985) que referem que a F0 média para crianças brasileiras é de 250 Hz e para mulheres é em torno de 205 Hz. Esse dado é concordante com o estudo de Hollien et al. (1994), que encontraram valores acima de 200 Hz para adolescentes até 15 anos de idade e com o estudo de Curry (1946) que encontrou F0 média de 241,5 Hz em adolescentes brancos com 14 anos de idade, nos Estados Unidos da América.

Os achados de F0 nos sugerem que esses adolescentes, com idade entre 13 e 15 anos, estão passando pelo processo de muda vocal e também na fase da puberdade, como descrito por Pedersen et al. (1986). Ruiz (1993) realizou um estudo na cidade de Bauru (SP) com 300 jovens do sexo masculino entre 12 e 18 anos e constatou que as mudanças vocais mais evidentes ocorrem dos 13 aos 15 anos, sendo que a maior incidência de sujeitos na muda vocal está na faixa entre 13 e 14 anos, o equivalente a 88% dos 50 adolescentes nessa faixa etária.

Além disso, para essa amostra aqui estudada, elevados valores de F0, tanto em emissão da vogal, como em fala encadeada, estão altamente correlacionados com elevados valores de *jitter*, *shimmer*, irregularidade e a própria variabilidade da F0, mostrando que, quanto maior os valores de F0, mais suscetível é a sua variação.

**Jitter:** De acordo com Behlau et al. (2001b) esse parâmetro correlaciona-se com falta de controle da vibração das pregas vocais (PPVV), como ocorre nas disfonias neurológicas. Os valores encontrados aqui, para *jitter*, estão dentro dos padrões considerados na faixa de normalidade, o que nos sugere que a vibração das PPVV ocorre de forma controlada.

**Shimmer:** É o parâmetro acústico que possui relação direta com a ressonância do trato vocal e o nível de pressão sonora (Behlau, 2001b). Apesar de alguns autores considerarem que o parâmetro *shimmer* é a melhor medida acústica para discriminar voz normal e voz alterada, e que clinicamente os valores encontrados nesse estudo seriam considerados patológicos para adultos de acordo com os limites normais de *shimmer* do programa acústico Voz Metria®, a razão do aparecimento dessa perturbação não é clara. Glaze et al. (1988) acreditam que os limites de normalidade de *shimmer* considerados para adultos podem não ser efetivos para crianças.

Steffen e Moschetti (1997) estudaram 131 crianças com vozes normais com o software Dr. Speech e observaram *shimmer* alterado em 122 crianças (93% da amostra). Este dado é de grande importância, apesar de que comparações entre resultados de diferentes programas de análise acústica podem apresentar diferenças mesmo utilizando medidas similares, devido às diferenças de algoritmos, métodos de cálculo da F0, tipo de microfone, tipo de armazenamento da voz gravada e dos tipos de modelos de fala (encadeada ou sustentada).

De acordo com os dados mencionados, as seguintes hipóteses podem ser consideradas para explicar a alteração desse parâmetro:

- 1- Estruturas morfológicas anatômicas da laringe ainda não estão totalmente desenvolvidas, assim como as pregas vocais, uma vez que só após os 15 anos de idade pode-se observar a estrutura completa das três camadas da lâmina própria e ligamento vocal maduro (Hirano, 1996; Hirano et al., 1983; Boone e MacFarlane, 1994; Bredant, 1999).

- 2- Interferência de ruído ambiental e/ou do microfone pode distorcer as medidas obtidas devido à sensibilidade do programa acústico às características de gravação da voz. Baken (1987), Price e Sataloff (1988), Titze (1994) referem ainda, que o gravador utilizado na captação da voz pode interferir no valor encontrado e que gravações diretas no computador tendem a ser mais confiáveis.
- 3- Apesar dos adolescentes não terem queixa vocal, essa alteração pode indicar redução da resistência glótica ou presença de fenda glótica. O *shimmer* também se altera com a presença de lesões de massa nas pregas vocais ou mesmo apenas de um edema difuso (Behlau et al, 2001<sup>a</sup>). Se considerarmos que o fechamento glótico completo nos homens é favorecido porque o valor da proporção glótica é maior, como descrito por Pontes et al. (1994), podemos supor que, ao final da muda vocal e conseqüente amadurecimento da laringe, os valores do parâmetro *shimmer* estarão dentro do considerado como normal naqueles sujeitos que não apresentarem disфонia.
- 4- Pode-se pensar na hipótese desses adolescentes produzirem qualidade vocal em falsete e registro vocal predominantemente de cabeça, como conseqüência da habituação aos padrões dos níveis vocais adultos, o que explicaria essa alteração dos valores de *shimmer*.

Acredita-se que a avaliação fonoaudiológica perceptivo-auditiva da voz e a avaliação otorrinolaringológica podem contribuir para esclarecer a alteração desse parâmetro vocal, portanto estudos posteriores são necessários para compreender melhor tal alteração.

**GNE e Medida de Ruído:** Ambos são medidas de ruído que analisam os componentes aperiódicos do sinal sonoro. As vozes consideradas normais apresentam certa quantidade de ruído esperada, já que o som é produzido nas PPVV (Andrade et al., 2002; Aronson, 1990; Stemple e Glaze, 1996; Sataloff et al., 1997) e modificado pelas cavidades de ressonância. Os valores aqui encontrados estão dentro da faixa considerada como sendo de normalidade, o que nos sugere que há ausência de aperiocidade fonatória. Entretanto, a relação entre as duas variáveis é estatisticamente significativa, sendo que para elevados valores de GNE se tem baixos valores de ruído e vice-versa.

**Semitons e Variabilidade da F0:** Indivíduos com vozes normais tendem a apresentar uma variação de 3 a 5 semitons durante a fala encadeada. Nesse estudo observamos que a variação de semitons é grande (7 a 17 semitons), que esses adolescentes também apresentam grande variabilidade da F0 e que estas duas variáveis estão relacionadas entre si, o que nos sugere que, quanto maior a quantidade de semitons, maior será a variabilidade da F0 e que essas características podem ser típicas do processo de muda vocal.

A variável semitom também está relacionada com valores elevados da F0 durante fala encadeada e de *shimmer*.

**Intensidade:** Esses adolescentes apresentaram grande variação da intensidade, e essa variável está altamente correlacionada com a F0, sendo que quanto maior é a F0, com menor intensidade tende a ser a emissão desses sujeitos.

## **2- Considerações quanto ao desenvolvimento puberal**

Neste estudo pôde-se observar, segundo a classificação de Tanner (1962), que os adolescentes estudados estão passando pelo processo de desenvolvimento puberal e que a relação entre genitais (G) e pêlos pubianos (P) é nos sugere que essas variáveis se correlacionam de modo que quanto maior o valor de G, maior o de P e que, portanto, o desenvolvimento desses dois caracteres sexuais ocorre simultaneamente. A maioria dos adolescentes está entre G3 e G4, coincidindo com os achados de Harries et al. (1997), e P4 e P5.

Observou-se que o tamanho dos genitais está correlacionado com a idade, sendo que, quanto maior a idade do indivíduo, mais próximo ao desenvolvimento adulto dos caracteres sexuais ele está. Este dado reafirma os achados já descritos na literatura, como descrito por Colli (1994) E Harries et al. (1998).

## **3- Considerações quanto ao desenvolvimento puberal e os parâmetros vocais**

O tamanho dos genitais está correlacionado com F0 (fala sustentada e fala encadeada), irregularidade, quantidade de semitons e variabilidade da F0, de modo que quanto maior o G, também maiores são os valores destas variáveis. O que nos sugere que,

quanto mais próximo do desenvolvimento puberal adulto o adolescente está, maior é sua F0 assim como a variabilidade da F0, discordando dos achados de Harries et al. (1998). Maior é também a quantidade de semitons e a irregularidade. Sendo assim, os dados sugerem que, a muda vocal pode estender-se por mais tempo, concordando com os achados de Hollien e Jackson (1973), em relação ao desenvolvimento puberal e que a maturação da voz é posterior à maturação sexual, como descrito anteriormente por Harries et al. (1997) e Hirano (1989).

A variável G também teve relação estatisticamente significativa com a variável intensidade, isto é, os adolescentes mais próximos do desenvolvimento puberal adulto, obtiveram média menor de intensidade.

Compreender a relação entre voz e desenvolvimento dos adolescentes nos faz entender melhor o processo de muda vocal e as possíveis disfonias mutacionais, derivadas de muda vocal persistente (Pinho, 2001) e relacionadas, muitas vezes a aspectos funcionais (Behlau e Pontes, 1992).

#### **4- Considerações quanto aos critérios para definir maturação:**

Estudos prévios da voz do adolescente correlacionaram às mudanças vocais à idade cronológica (Gil et al., 1994; Hirano, 1989). Na literatura brasileira não há correlação entre a voz do adolescente e o desenvolvimento puberal e não é parte da rotina clínica fonoaudiológica o encaminhamento de pacientes na adolescência para um médico pediatra a fim de se esclarecer em qual estágio de desenvolvimento eles estão. Atemo-nos em verificar a presença e distribuição de pêlos na face, e essa avaliação se torna, muitas vezes erroneamente, o critério único e decisivo para classificar a maturação.

No decorrer desse estudo observamos que muitos adolescentes de 13 a 15 anos, que já apresentavam presença de pêlos na face ainda estavam passando pelo processo de desenvolvimento puberal e de muda vocal. Desta forma, analisar apenas a presença e distribuição de pêlos na face pode não ser confiável, pois essa característica pode não significar o estágio final da maturação e é de grande variância entre os adolescentes devido às diferenças de fatores como raça, etnia e cultura.

## *CONCLUSÃO*

A análise dos parâmetros vocais acústicos nos permite concluir que o grupo de adolescentes estudados, com idade entre 13 e 15 anos, apresenta:

- Frequência fundamental média acima de 200 Hz, característica de vozes infantis e femininas.
- Grande variabilidade da frequência fundamental durante a emissão.
- *Shimmer* alterado.
- Elevada quantidade de semitons durante a fala encadeada.
- Os dados acima encontrados são típicos da fase de muda vocal.

A correlação entre os parâmetros vocais acústicos de adolescentes do sexo masculino entre 13 e 15 anos e o grau de desenvolvimento puberal nos permite concluir que:

- A maioria dos adolescentes estudados está entre os estágios de desenvolvimento puberal G3 e G4.
- Muitas variações dos parâmetros vocais, durante o processo de muda vocal, ocorrem entre os estágios G4 e G5.
- A maturação do desenvolvimento puberal parece ocorrer antes da maturação vocal.

Sendo assim, o trabalho multiprofissional e integrado entre fonoaudiólogo e médico pediatra é de grande importância para compreender o desenvolvimento dos adolescentes e poder relacioná-lo com as características vocais desses indivíduos.

*REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ANDRADE, L. M. O.; VIEIRA, J. M.; RAZERA, D. E.; GUERRA, A. C.; PEREIRA, J. C. Medidas de perturbação da voz: um novo enfoque. **Revista Fonoaudiologia Brasil**, 2: 39-46, 2002.

ANDREWS, M. L. *Voice Therapy for Children*. **Singular Publishing Group**, San Diego, 1991.

ALMEIDA, A.A.F. **A auto-percepção do adolescente em relação à voz e comunicação**. São Paulo, 2005. (Monografia – Centro de Estudos da Voz).

ARONSON, A. E. Normal voice development. In: ARONSON, A. E.: **Clinical voice disorders**. New York: Thieme, 1990. p. 39-51.

BAKEN, R. J. **Clinical measurements of speech and voice**. Boston: College – Hill, 1987.

BEHLAU, M. S.; PONTES, P. A.; TOSI, O. Determinação da frequência fundamental e suas variações em altura (jitter) e intensidade (shimmer) para falantes do português brasileiro. **Acta AWHO**, 4:5-9, 1985.

BEHLAU, M. S.; PONTES, P. A. Disfonias Psicogênicas. In: FERREIRA, L. P.: **Um Pouco de Nós Sobre a Voz**. Barueri: Pró-Fono, 1992. p. 61-86.

BEHLAU, M. S.; AZEVEDO, R.; PONTES, P. A. Conceito de voz normal e classificação das disfonias. In: BEHLAU, M. S. **Voz: O Livro do Especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001a. p. 54-76.

BEHLAU, M. S.; MADAZIO, G.; FEIJÓ, D.; PONTES, P. A. Avaliação de Voz. In: BEHLAU, M. S. **Voz: O Livro do Especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001b. p. 86-176. v 1.

BOONE, D.; MCFARLANE, S.C. **A voz e a terapia vocal**, 5<sup>a</sup>ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

BREDANT, T.C.M. **Alterações endócrinas e suas implicações vocais no período da adolescência**. Curitiba, 1999. (Monografia – Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica).

- CARVALHO, A.V. **Percepção e uso da voz por adolescentes**. São Paulo, 2001. (Monografia – Centro de Estudos da Voz).
- COLLI, A. S. Conceito de Adolescência. In: MARCONDES, E. **Pediatria Básica**. São Paulo: Savier, 1994. p. 474-500.
- CURRY, E.T. Voice changes in male adolescents. **Laryngoscope**, 56:795-805, 1946.
- FEX, S. Perceptual Evaluation. **Journal of Voice**, 6:155-8, 1992.
- GARCIA, L.C. **Muda vocal fisiológica e desenvolvimento puberal: comparação entre dois grupos de adolescentes**. São Paulo, 1993. (Monografia – Centro de Estudos da Voz).
- GIL, D.; LOURENÇO, L.; MIRANDA, A. R.; PEREIRA, A. J.; RODRIGUES, S.; BEHLAU, M. S. A Memória da Muda Vocal. **Acta AWHO**, 13:74-80, 1994.
- GLAZE, L. E.; BLESS, D. M.; MILENKOVIC, P.; SUSSER, R. D. Acoustic characteristics of children's voice. **Journal of Voice**, 4:312-19, 1988.
- HÅAG, U.; TARANGER, J. Menarche and voice change as indicators of pubertal growth spurt. **Acta Odontol Scand**, 38(3): 179-86, 1980.
- HARRIES, M. L. L.; WALKER, J. M.; WILLIAMS, D. M.; HAWKINS, S.; HUGHES, A. I. Change in the male voice at puberty. **Archives of Disease in Childhood**, 5:445-47, 1997.
- HARRIES, M. L. L.; HAWKINS, J.; HUGHES, I. Changes in the male voice at puberty: vocal fold length and its relationship to the fundamental frequency of the voice. **The Journal of Laryngology and Otology**, 112: 451-54, 1998.
- HIRANO, M. S. Objective Evaluations of the human voice: clinical aspects. **Folia Phoniatica**, 41:89-144, 1989.
- HIRANO, M.S. Laryngeal Histopathology. In: COLTON, R., CASPER, J. **Understanding Voice Problems: A physiological perspective for the diagnosis and treatment**. 2<sup>nd</sup> ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996.

HIRANO, M. S.; KURITA, S.; NAKASHIMA, T. Growth, development and aging of human vocal fold. In: ABBS, J. H. **Vocal Fold Physiology: Contemporary research and clinical issues**. San Diego: College – Hills, 1983. p. 22-43.

HOLLIEN, H.; JACKSON, B. Normative data of the speaking fundamental frequency characteristics of young adult's males. **Journal of Phonetics**, 1:117-20, 1973.

HOLLIEN, H.; GREEN, R.; MASSEY, L. Longitudinal research on adolescent voice change in males. **J Acoust Soc Am**, 2646-54, 1994.

LINDERS, R.; MASSA, G. G.; BOERSMA, B.; DEJONCKERE, P. H. Fundamental voice frequency and jitter in girls and boys measured with eletroglottography: influence of age and high. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, 33:61-5, 1995.

MOORE, G. P. Voice disorders organically based. In: TRAVIS, L. E.: **Handbook of Speech Pathology and Audiology**. New York: Appleton-Century-Crofts, 1971.

PEDERSEN, M. F.; MOLLER, S.; KRABBE, S.; BENNETT, P. Fundamental voice frequency measured by electroglottography during continuous speech. A new exact secondary sex characteristic in boys in puberty. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**; 11(1):21-7, 1986.

PINHO, S. M. R. Terapia Vocal. In: PINHO, S. M. R. (org.): **Tópicos em Voz**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

PONTES, P. A.; BEHLAU, M. S.; KYRILLOS, L. Configuration et rapport glottique: un essai pour comprendre fente glottique postérieure. **Revue de Laryngologie**, 115: 261-6, 1994.

PRICE, D. B.; SATALOFF, R. T. A simple technique for consistent microphone placement in voice recording. **Journal of Voice**; 2: 206-207, 1988.

RUIZ, D. M. Ocorrência da muda vocal fisiológica e relação com a estatura física [monografia]. Bauru: Universidade do Sagrado Coração; 1993.

SANTOS, M.B.O. Perfil vocal de adolescentes de escolas particulares da cidade de São Bernardo do Campo. São Paulo, 2000. (Monografia – Centro de Estudos da Voz).

SATALOFF, R. T. Genetics of the Voice. In: SATALOFF, R. T.: **Professional Voice: The Science and Art of Clinical Care**, 2ª ed. San Diego, Singular Publishing Group, 1997.

SATALOFF, R.T.; SPIEGEL, J.R.; ROSEN, D. C. The effects of age on the voice. In: SATALOFF, R. T. **Professional Voice: The Science and Art of Clinical Care**. 2<sup>nd</sup> ed. San Diego: Singular Publishing Group, 259-267, 1997.

SONNINEN, A.; HURME, P. On terminology of voice research. *J Voice* 6:188-93, 1992.

STEFFEN, N.; MOSCHETTI, M. B. Parâmetros acústicos de jitter e shimmer de 248 crianças de 6 a 10 anos, estudantes de Porto Alegre. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, 4:329-34, 1997.

STEMPLE, J. C.; GLAZE, B. K. **Clinical voice pathology: theory and management**. 2<sup>nd</sup> ed. California: Singular Publishing, 1996.

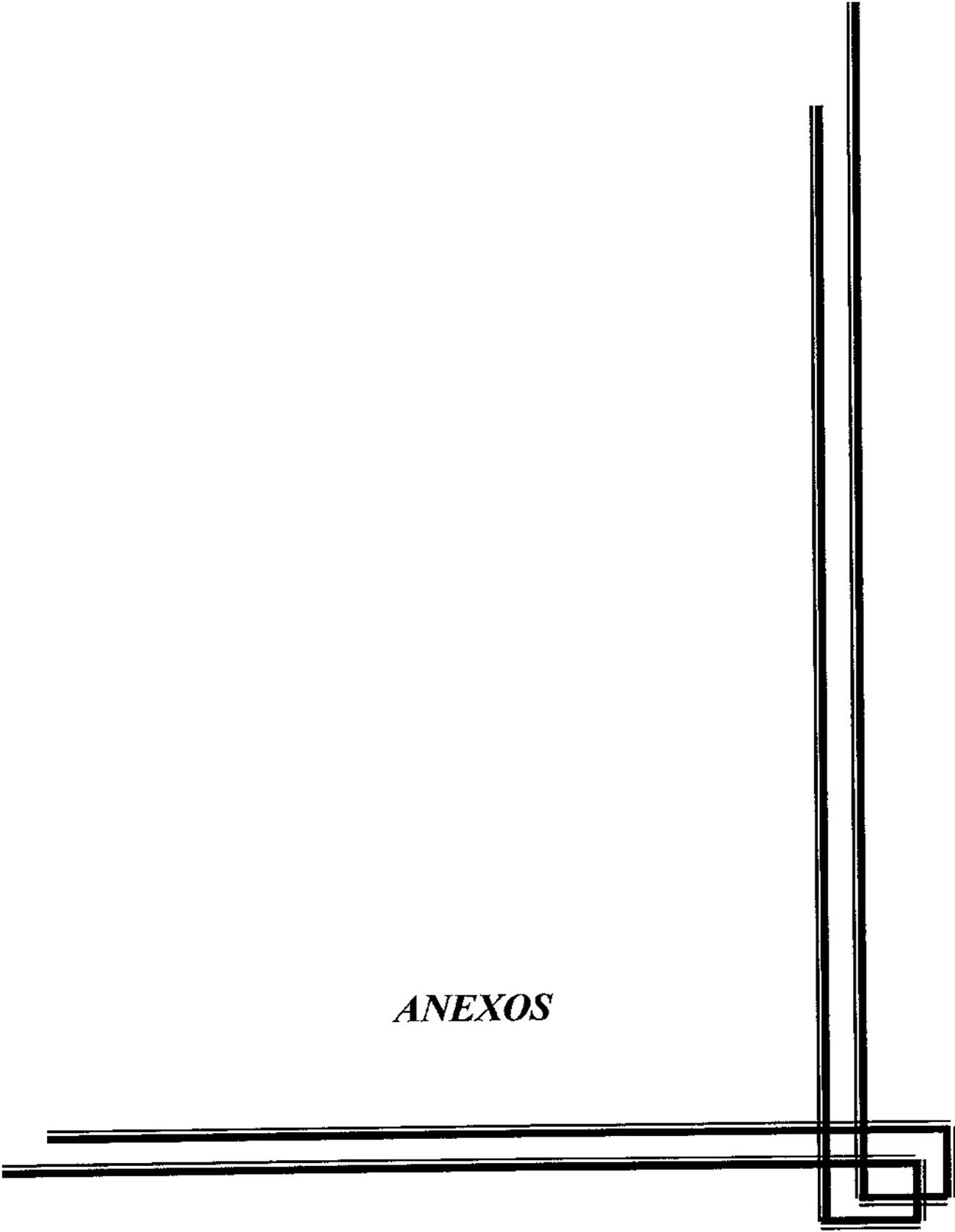
TANNER, J. M. **Growth at adolescence**. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1962.

TITZE, I.R. **Principles of Voice Production**. Prentice – Hall: Englewood Cliffs, 1994.

VUORENKOSKI, V.; LENKO, H. L.; THERLUND, P. Fundamental Voice Frequency during normal and abnormal growth, and after androgen treatment. **Arch. Dis. Child**, 53:201-9, 1998.

ZEMLIN, W.R. **Speech and hearing science, anatomy and physiology**. Prentice – Hall: Englewood Cliffs, 1968.

*ANEXOS*



Campinas, \_\_\_\_\_ de 2005

A quem possa interessar,

Declaro ter ciência de que o projeto de pesquisa “*Análise acústica da voz de adolescentes do sexo masculino durante a puberdade*”, desenvolvido por Michelle Ferreira Guimarães, aluna do Programa de Pós Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, sob a orientação da Profª Drª Ivone Panhoca, será realizado nesta instituição por meio de entrevistas e gravações de voz, assim como avaliação pediátrica específica, nas dependências da escola.

O estudo tem como objetivo analisar a qualidade vocal de adolescentes, visando compreender melhor as possíveis mudanças que ocorrem na voz durante a puberdade e contribuir para o enriquecimento do trabalho científico e clínico fonoaudiológico.

Para tanto a escola está sujeita a quaisquer desconfortos advindo da pesquisa e explicações quanto ao andamento e achados da pesquisa serão fornecidos a qualquer momento que houver solicitação. Caso seja de vontade da escola, em qualquer tempo haverá a liberdade de que o estudo não seja mais aqui realizado.

Para tal, autorizo a efetuação da pesquisa nessa instituição.

---

Coordenadora/Diretora

Michelle Ferreira Guimarães

Comitê de Ética da FCM-Unicamp: (19) 3788-8936

Campinas, \_\_\_\_\_ de 2005

A quem possa interessar,

Declaro ter ciência de que o projeto de pesquisa "*Análise acústica da voz de adolescentes do sexo masculino durante a puberdade*", desenvolvido por Michelle Ferreira Guimarães, aluna do Programa de Pós Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, sob a orientação da Profª Drª Ivone Panhoca, será realizado por meio de entrevista e gravação de voz, assim como avaliação pediátrica específica para o desenvolvimento puberal, nas dependências da escola.

O estudo tem como objetivo analisar a qualidade vocal de adolescentes, visando compreender melhor as possíveis mudanças que ocorrem na voz durante a puberdade e contribuir para o enriquecimento do trabalho científico e clínico fonoaudiológico.

Para tanto estou sujeito a quaisquer desconfortos advindo da pesquisa, mas ciente de que não precisarei me deslocar do meu local de estudo para tal, que terei explicações quanto a minha voz, e de que os dados por mim fornecidos são confidenciais e sigilosos. Caso seja de minha vontade, em qualquer tempo tenho a liberdade de abandonar a pesquisa.

---

Assinatura do aluno

---

Assinatura do responsável

Michelle Ferreira Guimarães

Comitê de Ética da FCM-Unicamp: (19) 3788-8936